



**TUGAS AKHIR - SS141501**

**ANALISIS FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI  
TINGKAT PENGANGGURAN TERBUKA (TPT) DI  
PROVINSI ACEH DENGAN REGRESI NONPARAMETRIK  
SPLINE TRUNCATED**

**ANUNG FAIZAL HANANI WIJAYA  
NRP 1313 100 111**

**Dosen Pembimbing**

**Dra. Madu Ratna, M.Si**

**Prof. Dr. Drs. I Nyoman Budiantara, M.Si**

**PROGRAM STUDI SARJANA  
DEPARTEMEN STATISTIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA, KOMPUTASI, DAN SAINS DATA  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2018**



**TUGAS AKHIR - SS141501**

**ANALISIS FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI  
TINGKAT PENGANGGURAN TERBUKA (TPT) DI  
PROVINSI ACEH DENGAN REGRESI NONPARAMETRIK  
SPLINE TRUNCATED**

**ANUNG FAIZAL HANANI WIJAYA  
NRP 1313 100 111**

**Dosen Pembimbing**

**Dra. Madu Ratna, M.Si**

**Prof. Dr. Drs. I Nyoman Budiantara, M.Si**

**PROGRAM STUDI SARJANA  
DEPARTEMEN STATISTIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA, KOMPUTASI, DAN SAINS DATA  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2018**



**FINAL PROJECT - SS141501**

# **UNEMPLOYMENT FACTORS ANALYSIS CASE IN ACEH USING NONPARAMETRIC SPLINE REGRESSION**

**ANUNG FAIZAL HANANI WIJAYA  
NRP 1313 100 111**

**Dosen Pembimbing**

**Dra. Madu Ratna, M.Si**

**Prof. Dr. Drs. I Nyoman Budiantara, M.Si**

**UNDERGRADUATE PROGRAM  
DEPARTMENT OF STATISTICS  
FACULTY OF MATHEMATICS, COMPUTATING AND DATA SCIENCES  
INSTITUTE OF TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2018**

## LEMBAR PENGESAHAN

### ANALISIS FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI TINGKAT PENGANGGURAN TERBUKA (TPT) DI PROVINSI ACEH DENGAN REGRESI NONPARAMETRIK SPLINE TRUNCATED

#### TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Sains  
pada

Program Studi Sarjana Departemen Statistika  
Fakultas Matematika, Komputasi, dan Sains Data  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh :

**ANUNG FAIZAL HANANI WIJAYA**

NRP. 1313 100 111

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

**Dra. Madu Ratna, M.Si.**

NIP. 19590109 198603 2 001

**Prof. Dr. Drs. I Nyoman Budiantara, M.Si**

NIP. 19650603 198908 1 001

(*Madu Ratna*)  
(*I Nyoman Budiantara*)



Mengesahkan,  
Kepala Departemen

**Dr. Suhartono**

NIP. 19710030 199512 1 001

SURABAYA, JANUARI 2018

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

# **ANALISIS FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI TINGKAT PENGANGGURAN TERBUKA DI PROVINSI ACEH TAHUN 2015 DENGAN REGRESI NONPARAMETRIK SPLINE TRUNCATED**

**Nama Mahasiswa : Anung Faizal Hanani Wijaya**  
**NRP : 1313100111**  
**Program Studi : Sarajana**  
**Jurusan : Statistika**  
**Dosen Pembimbing 1 : Dra. Madu Ratna, M.Si**  
**Dosen Pembimbing 2 : Prof. Dr. Drs. I Nyoman Budiantara, M.Si**

## **Abstrak**

*Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) merupakan indikator yang digunakan untuk menilai kesejahteraan sosial masyarakat. Badan Pusat Statistika (BPS) tahun 2015 merilis data TPT di Indonesia menurut provinsi yang menunjukkan Provinsi Aceh dan Provinsi Maluku memiliki TPT tertinggi yaitu sebesar 9,93. Terdapat empat faktor dari indikator sosial kependudukan yang diduga berpengaruh terhadap tingkat pengangguran terbuka di Provinsi Aceh tahun 2015 yaitu Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja (TPAK), Laju Pertumbuhan Penduduk, Dependency Ratio, dan Presentase Penduduk Miskin. Berdasarkan analisa menggunakan scatter plot data yang telah diperoleh dari Badan Pusat Statistika Provinsi Aceh tahun 2015 menunjukkan tidak adanya pola hubungan antara Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) dengan faktor-faktor yang diduga berpengaruh sehingga pada penelitian ini digunakan metode regresi nonparametrik spline truncated. Hasil analisa menunjukkan bahwa variabel TPAK, Dependency Ratio, dan Presentase Penduduk Miskin berpengaruh secara signifikan terhadap Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) di Provinsi Aceh tahun 2015 dengan nilai koefisien determinasi 92,96.*

**Kata Kunci :** Provinsi Aceh, Regresi Nonparametrik Spline Truncated, Tingkat Pengangguran Terbuka

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## UNEMPLOYMENT FACTORS ANALYSIS CASE IN ACEH USING NONPARAMETRIC SPLINE REGRESSION

**Name** : Anung Faizal Hanani Wijaya  
**Student Number** : 1313100111  
**Departement** : Statistika  
**Supervisor 1** : Dra. Madu Ratna, M.Si  
**Supervisor 2** : Prof. Dr. Drs. I Nyoman Budiantara, M.Si

### **Abstract**

*Unemployment index, in Indonesia commonl abbreviated as TPT is one of the indicator used to asses social welfare. Badan Pusat Statistika (BPS) as the government organization in charge to collect and publish data has published the data of unemployment on 2015. The data show that there are two Province with highest TPT they are Aceh and Maluku with 9,93 percent. There four factor allegedly affect the unemployment index on Aceh Province 2015 they are the labor force rate index, population growth rate, dependency ratio, and the precentage of poor people. Base on the analyze result for the scatterplot of the unemployment index with the four factor allegedly affect from the BPS's data shown that the four plot did not follow any models of distributions. So nonparametric spline truncated regression can be use to analyze the case to get the optimum models. In this case used one, two, three, and th combinations of knot. The optimum models for this case is on the 3 knot models with the determination coefficient 92,96. The optimum models can explain that labor force rate index, dependency ratio, and the precentage of poor people are significantly affect the unemployment index.*

**Kata Kunci** : Aceh Province, Nonparametrik Spline Truncated Regression, Unemployment Index



*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Tingkat Pengangguran Terbuka di Provinsi Aceh tahun 2015 dengan Regresi Nonparametrik Spline Truncated”** dengan lancar dan tepat waktu.

Keberhasilan penyusunan Tugas Akhir ini tidak lepas dari partisipasi berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Dra. Madu Ratna, M.Si, Bapak Prof. Dr. Drs. I Nyoman Budiantara, M.Si, Ibu Dr. Vita Ratnasati, M.Si dan Ibu Erma Oktania Permatasari, S.Si, M.Si selaku dosen pembimbing dan dosen penguji atas semua bimbingan, waktu, semangat dan perhatian yang telah diberikan sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.
2. Bapak Dr. Suhartono selaku Kepala Departemen Statistika ITS yang telah memberikan fasilitas dalam kelancaran Tugas Akhir ini
3. Kedua orangtua dan seluruh saudara-saudara, atas segala doa dan perhatian kepada penulis.
4. Mahasiswa Jurusan Statistika Angkatan 2013 atas semangat yang diberikan pada penulis.
5. Semua pihak yang telah membantu penulis yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan, oleh karena itu diharapkan adanya kritik dan saran. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat baik bagi penulis, pembaca, dan semua pihak.

Surabaya, Januari 2018

**Penulis**

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN.....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>ix</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xix</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	5
1.4 Manfaat Penelitian .....	5
1.5 Batasan Masalah .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Statistika Deskriptif.....	7
2.2 Regresi Nonparametrik .....	8
2.2.1 Regresi Nonparametrik Spline Truncated.....	8
2.3 Estimasi Parameter .....	9
2.4 Pemilihan Knot Optimal.....	10
2.5 Pengujian Parameter Regresi.....	11
2.5.1 Pengujian Serentak.....	11
2.5.2 Pengujian Parsial .....	12
2.6 Koefisien Determinasi .....	13
2.7 Pengujian Asumsi Residual Model.....	13
2.8 Pengangguran.....	16
2.8.1 Tingkat Pengangguran Terbuka.....	16
2.9 Kerangka Konsep Penelitian .....	17
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Sumber Data.....	19
3.2 Variabel Penelitian .....	20

3.3 Langkah Analisis.....	23
<b>BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Analisis Karakteristik Variabel .....	25
4.2 <i>Scatterplot</i> Variabel .....	28
4.3 Permodelan TPT.....	31
4.4 Pemilihan Titik Knot Optimum.....	32
4.4.1 Satu Knot.....	32
4.4.2 Dua Knot .....	33
4.4.3 Tiga Knot.....	35
4.4.4 Kombinasi Knot.....	37
4.5 Pemilihan Model Terbaik .....	39
4.6 Penaksiran Parameter .....	39
4.7 Pengujian Parameter.....	39
4.7.1 Pengujian Serentak .....	40
4.7.2 Pengujian Individu.....	40
4.8 Pengujian Asumsi Residual .....	41
4.8.1 Asumsi Identik.....	41
4.8.2 Asumsi Independen .....	42
4.8.3 Uji Normalitas .....	43
4.9 Interpretasi Model .....	43
<b>BAB V KESIMPULAN</b>	
5.1 Kesimpulan .....	49
5.2 Saran .....	50
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	51
<b>LAMPIRAN</b> .....	55

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Daerah Uji Durbin Watson .....	15
Gambar 2.2 Konsep Tingkat Pengangguran Terbuka .....	18
Gambar 3.1 Diagram Alir.....	24
Gambar 4.1 Grafik TPT Provinsi Aceh 2015 .....	27
Gambar 4.2 <i>Scatterplot</i> TPT dengan TPAK .....	28
Gambar 4.3 <i>Scatterplot</i> TPT dengan Laju Pertumbuhan Penduduk .....	29
Gambar 4.4 <i>Scatterplot</i> TPT dengan <i>Dependency Ratio</i> .....	30
Gambar 4.5 <i>Scatterplot</i> TPT dengan Presentase Penduduk Miskin.....	31
Gambar 4.6 ACF Residual .....	42
Gambar 4.7 Uji Normalitas .....	43

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Struktur Data Penelitian.....	19
Tabel 3.2 Unit Penelitian .....	19
Tabel 3.3 Variabel Penelitian .....	20
Tabel 4.1 Gambaran Umum TPT dan Faktor yang Diduga Berpengaruh .....	26
Tabel 4.2 Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Satu Knot ...	32
Tabel 4.3 Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Dua Knot....	34
Tabel 4.4 Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Tiga Knot...	35
Tabel 4.5 Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Kombinasi Knot.....	37
Tabel 4.6 Nilai GCV Masing-Masing Knot.....	39
Tabel 4.7 ANOVA Regresi Nonparametrik Spline Truncated..	40
Tabel 4.8 Hasil Pengujian Individu .....	40
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Glejser .....	42



*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data Penelitian .....	55
Lampiran 2. Program GCV Knot 1 .....	56
Lampiran 3. Program GCV Knot 2 .....	59
Lampiran 4. Program GCV Knot 3 .....	62
Lampiran 5. Program GCV Kombnasi Knot .....	65
Lampiran 6. Program Uji Parameter .....	71
Lampiran 7. Program Uji Glejser .....	74

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Indonesia merupakan negara yang memiliki wilayah geografis kepulauan serta terbagi menjadi 34 provinsi. Indonesia tergolong negara berkembang yang mengindikasikan kesejahteraan sosial belum tercapai. Menurut Segal dan Bruzy kesejahteraan sosial memiliki empat unsur yaitu kesehatan, keadaan ekonomi, kebahagiaan dan kualitas hidup rakyat. Pemerintah Indonesia berupaya meningkatkan kesejahteraan sosial masyarakat agar tercipta lingkungan masyarakat yang memiliki penghidupan yang layak. Kesejahteraan sosial dapat tercapai dengan meningkatkan stabilitas nasional, meningkatkan perekonomian, menekan angka pengangguran dan beberapa faktor lainnya.

Pengangguran merupakan keadaan seseorang belum mendapatkan pekerjaan dimana seseorang tersebut termasuk dalam angkatan kerja (Sukirno, 1994). Pengangguran terbuka merupakan salah satu jenis pengangguran dimana angkatan kerja tidak memiliki pekerjaan sama sekali. Konsep milik Badan Pusat Statistik menjelaskan bahwa pengangguran terbuka terdiri dari mereka yang tak punya pekerjaan dan mencari pekerjaan, mereka yang tidak punya pekerjaan dan sedang mempersiapkan usaha, mereka yang tak punya pekerjaan dan tidak mencari pekerjaan karena merasa tidak mungkin mendapatkan pekerjaan, serta mereka yang sudah punya pekerjaan tetapi belum mulai bekerja. Pengangguran terbuka dapat diukur dengan presentase pengangguran terhadap angkatan kerja, hasil perhitungan tersebut dinamakan tingkat pengangguran terbuka (TPT).

Badan Pusat Statistika Aceh pada tahun 2015 merilis data tingkat pengangguran terbuka (TPT) Provinsi Aceh berdasarkan kabupaten/kota yang menunjukkan adanya peningkatan dari tahun 2014 ke tahun 2015 yaitu dari 9,02 menjadi 9,93. Jumlah angkatan kerja juga mengalami peningkatan dari tahun 2014 sebesar 2.123.312 orang menjadi 2.182.824 orang pada tahun 2015. Peningkatan jumlah angkatan kerja tersebut menjadikan tenaga kerja tidak terserap dengan baik dikarenakan daya tampung tenaga kerja Provinsi Aceh pada periode tersebut 34 ribu orang dari 60 ribu orang yang siap bekerja sehingga menjadikan 26 ribu orang menjadi pengangguran (Hermanto, 2015). Meningkatnya jumlah pengangguran merupakan salah satu masalah sosial yang harus dihadapi. Pemerintah memiliki beberapa upaya dalam mengurangi pengangguran, salah satunya yang diungkapkan dr. H. Zaini Abdullah sebagai Gubernur Aceh adalah dengan mengadakan kegiatan Job Fair pada tahun 2015 yang diselenggarakan di Auditorium Ali Hasjmy Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry. Pemerintah Aceh juga melakukan upaya lain dalam mengatasi meningkatnya jumlah pengangguran tersebut dengan cara menjalin kerjasama dengan pemerintah pusat untuk melakukan revitalisasi balai latihan kerja industri (BLKI). Gubernur Provinsi Aceh berharap balai latihan kerja industri (BLKI) dapat meningkatkan peluang kerja ataupun menjadikan masyarakat aceh mampu menciptakan pekerjaan sendiri.

Wijayanti dan Karmini (2014) dalam penelitiannya yang berjudul Pengaruh Tingkat Inflasi, Laju Pertumbuhan Ekonomi dan Upah Minimum Terhadap Tingkat Pengangguran Terbuka di Provinsi Bali menghasilkan variabel inflasi, laju pertumbuhan ekonomi dan upah minimum berpengaruh signifikan terhadap tingkat pengangguran terbuka. Penelitian lain yang dilakukan

Rohman, Balafit, dan Wahyuni (2016) menunjukkan variabel PDRB, inflasi, dan UMR berpengaruh secara signifikan terhadap tingkat pengangguran terbuka. Faktor-faktor ekonomi memiliki pengaruh signifikan terhadap tingkat pengangguran terbuka berdasarkan dua penelitian yang telah dilakukan.

Tahun 2012 Sari melakukan penelitian dengan judul Permodelan Pengangguran Terbuka di Jawa Timur dengan Menggunakan Pendekatan Regresi Spline Multivariabel dengan menggunakan tujuh variabel, yaitu presentase penduduk usia kerja berusia 15 tahun ke atas berdasarkan pendidikan tertinggi yang ditamatkan, angka partisipasi kasar, laju pertumbuhan ekonomi daerah, laju pertumbuhan penduduk, presentase perusahaan, tingkat investasi, dan tingkat upah minimum. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa presentase penduduk usia kerja berusia 15 tahun ke atas berdasarkan pendidikan tertinggi yang ditamatkan, angka partisipasi kasar, dan tingkat investasi berpengaruh signifikan terhadap tingkat pengangguran terbuka. Astuti (2017) melakukan penelitian terhadap tingkat pengangguran terbuka di Jawa Timur dengan menggunakan metode regresi panel dengan lima variabel penelitian yaitu tingkat partisipasi angkatan kerja, laju pertumbuhan penduduk, dependency ratio, usia 15 tahun tamat SMA/SMK, dan UMK menghasilkan variabel tingkat partisipasi angkatan kerja dan dependency ratio berpengaruh signifikan terhadap tingkat pengangguran terbuka dengan nilai  $R^2$  sebesar 84,64%. Setelah dilakukan pengecekan kembali, pada penelitian tersebut menunjukkan tidak adanya pola hubungan antara tingkat pengangguran terbuka (TPT) dengan faktor-faktor yang mempengaruhi sehingga pada penelitian ini digunakan metode regresi non-parametrik spline. Regresi non-parametrik spline merupakan metode yang tepat untuk

digunakan karena spline merupakan salah satu potongan polinomial yang memiliki sifat fleksibilitas yang lebih baik jika dibandingkan dengan polinomial biasa. Selain memiliki sifat fleksibilitas tersebut, spline memiliki kemampuan untuk menganalisa data pada sub-sub interval tertentu mengalami perubahan perilaku. Model terbaik dari regresi non-parametrik spline adalah model yang memiliki nilai generalized cross validation (GCV) minimum yang diperoleh dari nilai terkecil beberapa knot dan kombinasi knot.

Berdasarkan latar belakang tersebut serta ditunjang saran dari Astuti(2014) untuk melakukan penambahan variabel prediktor pada penelitian selanjutnya agar mampu menambah informasi yang ada maka dilakukan analisa terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat pengangguran terbuka di Provinsi Aceh tahun 2015 menggunakan metode regresi non-parametrik spline dengan menambahkan variabel-variabel yang diduga berpengaruh terhadap tingkat pengangguran terbuka. Penelitian tersebut diharapkan dapat menyempurnakan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Permasalahan yang dirumuskan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana karakteristik tingkat pengangguran terbuka di Provinsi Aceh ?
2. Bagaimana memodelkan tingkat pengangguran terbuka di Provinsi Aceh menggunakan Regresi Nonparametrik Spline Truncated ?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menganalisa karakteristik tingkat pengangguran terbuka di Provinsi Aceh berdasarkan variabel-variabel yang digunakan.
2. Memodelkan tingkat pengangguran terbuka di Provinsi Aceh menggunakan Regresi Nonparametrik Spline Truncated.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan melalui penelitian adalah dapat memberi informasi kepada pemerintah Provinsi Aceh mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat pengangguran terbuka di Provinsi Aceh sehingga nantinya dapat dijadikan pertimbangan melakukan penanggulangan masalah sosial. Kemudian dapat memberi informasi penerapan Regresi Nonparametrik Spline Truncated sehingga dapat dijadikan acuan untuk penelitian selanjutnya.

#### **1.5 Batasan Masalah**

Batasan masalah pada penelitian yaitu data merupakan data sekunder dari BPS Aceh tahun 2015, menggunakan fungsi Spline Truncated Linear, menggunakan titik knot satu, dua, tiga, dan kombinasi knot, serta pemilihan knot optimal menggunakan metode *Generalized Cross Validation* (GCV).



*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Statistika Deskriptif

Statistika Deskriptif merupakan metode-metode yang berkaitan dengan pengumpulan dan penyajian suatu gugus data sehingga memberikan informasi yang berguna (Walpole, 1995). Dengan metode- metode yang terdapat pada statistika deskriptif akan memberikan gambaran data dan akan tetapi tidak dapat menarik suatu kesimpulan dari permasalahan yang ada. Statistika Deskriptif menyajikan data dalam bentuk ukuran pemusatan data, ukuran penyebaran data, diagram, tabel, grafik, serta kecenderungan suatu gugus data, sehingga data dapat dibaca secara ringkas dan menarik. Ukuran pemusatan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah *mean* dan median dengan rumus sebagai berikut:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (2.1)$$

Keterangan :

$\bar{x}$  : *mean*

$x_i$  : pengamatan ke- $i$ ,  $i=1,2,...,n$

$n$  : banyak pengamatan.

$$\begin{aligned} \text{Median} &= \frac{x_{\frac{n+1}{2}}}{2}, \text{ jika } n \text{ ganjil} \\ \text{Median} &= \frac{\frac{x_n}{2} + \frac{x_{\frac{n}{2}+1}}{2}}{2}, \text{ jika } n \text{ genap} \end{aligned} \quad (2.2)$$

Untuk ukuran penyebaran data, biasa digunakan varians ( $s^2$ ).

Berikut adalah rumus varians:

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1} \quad (2.3)$$

## 2.2 Regresi Nonparametrik

Regresi nonparametrik merupakan salah satu model regresi yang digunakan untuk mengetahui hubungan antara variabel respon dengan variabel prediktor yang tidak diketahui bentuk kurva regresinya. Regresi nonparametrik merupakan model regresi yang sangat fleksibel dalam memodelkan pola data (Eubank, 1988). Secara umum model regresi nonparametric dapat ditulis sebagai berikut :

$$y_i = f(t_i) + \varepsilon_i, \quad i=1,2,3,\dots,n \quad (2.4)$$

dimana  $y_i$  adalah variabel respon ke- $i$ ,  $f(t_i)$  adalah fungsi regresi yang tidak diketahui bentuk kurva regresinya, dan error random dinyatakan dengan  $\varepsilon_i \sim \text{IIDN}(0, \sigma^2)$ .

### 2.2.1 Regresi Nonparametrik Spline Truncated

Regresi nonparametrik Spline Truncated merupakan suatu regresi yang memiliki kurva regresi dari hasil modifikasi fungsi polinomial. Fungsi Spline Truncated diperoleh dari hasil penjumlahan antara fungsi polinomial dengan fungsi Truncated. Misal fungsi Spline Truncated berorde  $p$  dengan titik knot  $K_1, K_2, \dots, K_r$ . Sehingga kurva regresi yang terbentuk adalah  $f(t_i)$ , lebih rinci dapat dituliskan menjadi persamaan sebagai berikut.

$$f(t_i) = \sum_{j=0}^p \beta_j t_i^j + \sum_{k=1}^r \beta_{p+k} (t_i - K_k)_+^p \quad (2.5)$$

Jika persamaan (2.5) disubstitusikan ke persamaan (2.4) maka akan diperoleh persamaan model regresi nonparametrik Spline Truncated sebagai berikut,

$$y_i = \sum_{j=0}^p \beta_j t_i^j + \sum_{k=1}^r \beta_{p+k} (t_i - K_k)_+^p + \varepsilon_i; \quad i=1,2,\dots,n \quad (2.6)$$

Fungsi truncated  $(t_i - K_k)_+^p$  akan menghasilkan persamaan (2.7) berikut,

$$(t_i - K_k)_+^p = \begin{cases} (t_i - K_k)^p, & t_i \geq K_k \\ 0 & , t_i < K_k \end{cases} \quad (2.7)$$

Titik  $t = K_k$  adalah titik knot yang menggambarkan pola perubahan fungsi pada sub interval yang berbeda dan nilai  $p$  adalah derajat polinomial.

### 2.3 Estimasi Parameter

*Ordinary Least Square* (OLS) adalah salah satu metode yang biasa digunakan untuk mengestimasi parameter model regresi nonparametrik spline. Metode ini mengestimasi parameter dengan cara meminimumkan jumlah kuadrat residual. Berikut adalah bentuk matriks dari model regresi nonparametrik spline linear dengan  $K$  knot dan univariabel prediktor.

$$\mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \boldsymbol{\varepsilon} \quad (2.8)$$

dimana

$$\mathbf{y} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix}, \quad \mathbf{X} = \begin{bmatrix} 1 & t_1 & (t_1 - k_1)_+^1 & \cdots & (t_1 - k_K)_+^{p-1} \\ 1 & t_2 & (t_2 - k_1)_+^1 & \cdots & (t_2 - k_K)_+^{p-1} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & t_n & (t_n - k_1)_+^1 & \cdots & (t_n - k_K)_+^{p-1} \end{bmatrix}, \quad \boldsymbol{\beta} = \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \\ \vdots \\ \beta_K \end{bmatrix}, \quad \boldsymbol{\varepsilon} = \begin{bmatrix} \varepsilon_1 \\ \varepsilon_2 \\ \vdots \\ \varepsilon_n \end{bmatrix}$$

Dari persamaan (2.8), persamaan residual dapat ditulis menjadi bentuk persamaan berikut,

$$\boldsymbol{\varepsilon} = \mathbf{y} - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} \quad (2.9)$$

Jumlah kuadrat residual yang berupa matriks dapat ditulis sebagai berikut,

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 &= \boldsymbol{\varepsilon}'\boldsymbol{\varepsilon} \\ &= (\mathbf{y} - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta})'(\mathbf{y} - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta}) \\ &= \mathbf{y}'\mathbf{y} - \mathbf{y}'\mathbf{X}\boldsymbol{\beta} - \boldsymbol{\beta}'\mathbf{X}'\mathbf{y} + \boldsymbol{\beta}'\mathbf{X}'\mathbf{X}\boldsymbol{\beta} \\ &= \mathbf{y}'\mathbf{y} - 2\boldsymbol{\beta}'\mathbf{X}'\mathbf{y} + \boldsymbol{\beta}'\mathbf{X}'\mathbf{X}\boldsymbol{\beta} \end{aligned} \quad (2.10)$$

Untuk meminimumkan  $\underline{\mathbf{x}}'\underline{\mathbf{x}}$  maka turunan pertama terhadap  $\underline{\mathbf{\beta}}$  harus sama dengan nol.

$$\frac{\partial(\underline{\mathbf{x}}'\underline{\mathbf{x}})}{\partial \underline{\mathbf{\beta}}} = 0 \quad (2.11)$$

Kemudian didapatkan persamaan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} -2\mathbf{X}'\underline{\mathbf{y}} + 2\mathbf{X}'\mathbf{X}\hat{\underline{\mathbf{\beta}}} &= 0 \\ \mathbf{X}'\mathbf{X}\hat{\underline{\mathbf{\beta}}} &= \mathbf{X}'\underline{\mathbf{y}} \\ (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}(\mathbf{X}'\mathbf{X})\hat{\underline{\mathbf{\beta}}} &= (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'\underline{\mathbf{y}} \\ \hat{\underline{\mathbf{\beta}}} &= (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'\underline{\mathbf{y}} \end{aligned} \quad (2.12)$$

## 2.4 Pemilihan Titik Knot Optimal

Model regresi spline terbaik merupakan model yang memiliki titik knot optimal. Titik knot merupakan titik perpaduan bersama dimana terdapat perubahan perilaku pola kurva pada interval yang berlainan (Budiantara, 2000). Salah satu metode yang biasa digunakan untuk memilih titik knot optimal adalah metode *Generalized Cross Validation* (GCV). Metode GCV mempunyai sifat optimal asimtotik. Model regresi spline terbaik diperoleh dari titik knot optimal dengan melihat nilai GCV terkecil. Metode GCV dapat dituliskan sebagai berikut (Eubank, 1988),

$$GCV(k) = \frac{MSE(k)}{[n^{-1}\text{trace}(\mathbf{I} - \mathbf{A})]^2} \quad (2.13)$$

dimana  $\mathbf{I}$  merupakan matriks identitas,  $n$  adalah jumlah pengamatan,  $k = (k_1, k_2, \dots, k_r)$  merupakan titik-titik knot,

$$MSE(k) = n^{-1} \sum_{i=1}^n \left( y_i - \hat{f}(x_i) \right)^2 \quad (2.14)$$

serta  $\mathbf{A} = \mathbf{X}(\mathbf{X}^T\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}^T$ .

## 2.5 Pengujian Parameter Model Regresi

Untuk mengetahui apakah variabel prediktor memiliki pengaruh signifikan terhadap variabel respon atau tidak maka

dilakukan pengujian parameter. Pada regresi nonparametrik Spline Truncated, pengujian parameter model regresi dilakukan setelah mendapatkan model regresi dengan titik knot optimal berdasarkan nilai GCV yang paling minimum. Pengujian parameter dilakukan dalam dua langkah yaitu pengujian secara serentak dan pengujian secara parsial.

### 2.5.1 Pengujian Secara Serentak

Pengujian parameter model secara serentak untuk model regresi spline truncated diperoleh dari persamaan 2.6 pada tabel ANOVA pada tabel 2.1. berikut,

**Tabel 2.1** Analisis ragam (ANOVA) Uji Parameter

Sumber variasi	Df	Sum of Square (SS)	Mean Square (MS)	$F_{hitung}$
Regresi	$p + k$	$\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2$	$\frac{SS_{regresi}}{df_{regresi}}$	
Error	$n - (p + k) - 1$	$\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$	$\frac{SS_{error}}{df_{error}}$	$\frac{MS_{regresi}}{MS_{error}}$
Total	$n - 1$	$\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2$	—	

Perumusan hipotesis pada uji serentak adalah:

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_{p+k} = 0$$

$$H_1 : \text{minimal ada satu } \beta_j \neq 0; j = 1, 2, \dots, p + k$$

Nilai  $p + r$  merupakan banyak parameter dalam model regresi nonparametrik spline kecuali  $\beta_0$ . Tolak  $H_0$  jika  $F_{hitung} > F_{\alpha(p+k; n-(p+k)-1)}$  atau  $p\text{-value} < \alpha$  sehingga menghasilkan kesimpulan bahwa minimal ada satu variabel prediktor yang berpengaruh signifikan terhadap variabel respon. Untuk itu harus dilanjutkan pengujian secara parsial yang berfungsi

untuk mengetahui variabel-variabel predictor yang berpengaruh secara signifikan.

### 2.5.2 Pengujian Secara Parsial atau Individu

Pengujian secara individu berfungsi untuk mendeteksi apakah parameter secara individual mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap variabel respon.

Perumusan Hipotesis:

$$H_0 : \beta_j = 0$$

$$H_1 : \beta_j \neq 0, j = 1, 2, \dots, p + k$$

Pengujian secara individu dilakukan dengan menggunakan uji  $t$  (Drapper, N.R. dan Smith, H, 1992). Statistik uji yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$t_{hitung} = \frac{\hat{\beta}_j}{SE(\hat{\beta}_j)} \quad (2.15)$$

dimana  $SE(\hat{\beta}_j)$  adalah *standart error*  $\hat{\beta}_j$  yang diperoleh dari akar elemen diagonal ke- $j$ ,  $j = 1, 2, \dots, p + k$  dari matriks yang dapat diurai seperti berikut,

$$\begin{aligned} Var(\hat{\beta}_j) &= \text{var} \left[ (X'X)^{-1} X'Y \right] \\ &= (X'X)^{-1} X' \text{var}(Y) \left[ (X'X)^{-1} X' \right]' \\ &= (X'X)^{-1} X' (\sigma^2 I) X (X'X)^{-1} \\ &= \sigma^2 (X'X)^{-1} X' X (X'X)^{-1} \\ &= \sigma^2 (X'X)^{-1} \end{aligned} \quad (2.16)$$

Tolak  $H_0$  jika  $|t_{hitung}| > t_{\alpha/2; (n-(p+k)-1)}$  atau  $p\text{-value} < \alpha$ . Sehingga menghasilkan kesimpulan bahwa variabel prediktor ke- $n$  berpengaruh signifikan terhadap variabel respon.

### 2.6 Koefisien Determinasi ( $R^2$ )

Koefisien determinasi adalah kuantitas yang dapat menjelaskan sumbangan variabel prediktor terhadap variabel respon. Semakin tinggi nilai  $R^2$  yang dihasilkan suatu model,

maka semakin baik pula variabel-variabel prediktor dalam model tersebut dalam menjelaskan variabilitas variabel respon (Drapper, N.R. dan Smith, H, 1992). Berikut ini adalah rumus untuk mendapatkan nilai  $R^2$ ,

$$R^2 = \frac{SS_{\text{Regresi}}}{SS_{\text{total}}} = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} \quad (2.17)$$

Pemilihan model juga akan menunjukkan banyaknya parameter yang digunakan dalam model tersebut. Seperti yang dijelaskan dalam prinsip parsimoni, suatu model regresi yang baik adalah model regresi dengan banyak parameter yang sesedikit mungkin tetapi mempunyai  $R^2$  yang cukup tinggi.

## 2.7 Pengujian Asumsi Residual Model Regresi

Pengujian asumsi residual (*goodness of fit*) model regresi paling populer karena mudah digunakan. Residual yang dihasilkan harus memenuhi asumsi. Terdapat tiga asumsi yang harus dipenuhi yaitu identik, independen, dan berdistribusi normal.

### 1. Asumsi Identik

Asumsi identik atau biasa juga disebut homoskedastisitas yang berarti bahwa varians pada residual adalah identik. Kebalikannya adalah kasus heteroskedastisitas, yaitu jika kondisi varians *residual* tidak identik (Gujarati, 2004).

$$\text{var}(y_i) = \text{var}(\varepsilon_i) = \sigma^2 ; i = 1, 2, \dots, n \quad (2.18)$$

Uji identik dapat menggunakan uji Glejser. Perumusan hipotesisnya adalah sebagai berikut:

$$H_0 : \text{var}(\varepsilon_1) = \text{var}(\varepsilon_2) = \dots = \text{var}(\varepsilon_n) = \sigma^2$$

$$H_1 : \text{Minimal ada satu } \text{var}(\varepsilon_i) \neq \sigma^2 ; i = 1, 2, \dots, n$$

Statistik uji yang digunakan adalah,



$$F_{hitung} = \frac{\sum_{i=1}^n (|\varepsilon_i| - |\bar{\varepsilon}|)^2}{\frac{v-1}{\sum_{i=1}^n (|\varepsilon_i| - |\hat{\varepsilon}_i|)^2}} \quad (2.19)$$

$n - v$

dimana nilai  $v$  menunjukkan banyaknya parameter model Glejser dan untuk model regresi nonparametrik Spine Truncated nilai  $v = p + k$ . Tolak  $H_0$  jika  $F_{hitung} > F_{\alpha; (v-1, n-v)}$  atau  $p\text{-value} < \alpha$  yang berarti bahwa tidak terindikasi terdapat kasus homoskedastisitas dan sebaliknya jika  $F_{hitung} < F_{\alpha; (v-1, n-v)}$  atau  $p\text{-value} > \alpha$  maka gagal tolak  $H_0$  yang berarti bahwa terindikasi terdapat kasus homoskedastisitas.

2. Asumsi Independen.

Asumsi independen merupakan asumsi dari model regresi yang mengharuskan tidak terdapat korelasi antar residual. Uji yang digunakan untuk mendeteksi kasus autokorelasi adalah uji fungsi otokorelasi atau ACF. Pada uji ini diregresikan antara Y dengan X sehingga diperoleh Residual, dari residual yang diperoleh dicari nilai koefisien ACF dan apabila tidak terdapat lag yang keluar dari batas signifikansi maka tidak terjadi otokorelasi (Setiawan, Kusriani, 2010)

3. Uji Normalitas *Kolmogorov-Smirnov*

Uji *Kolmogorov-Smirnov* dilakukan untuk mengetahui apakah suatu data telah mengikuti suatu distribusi tertentu.

Hipotesis :

$$H_0 : F_n(\varepsilon) = F_0(\varepsilon)$$

$$H_0 : F_n(\varepsilon) \neq F_0(\varepsilon)$$

atau

$H_0$  : residual berdistribusi normal

$H_1$  : residual tidak berdistribusi normal

Statistik uji :

$$D = \sup_{\varepsilon} |F_n(\varepsilon) - F_0(\varepsilon)| \quad (2.21)$$

Tolak  $H_0$  apabila  $D > D_\alpha$ .

$D_\alpha$  adalah nilai kritis untuk uji *Kolmogorov Smirnov* satu sampel, diperoleh dari tabel *Kolmogorov Smirnov* satu sampel,  $F_n(\varepsilon)$  merupakan nilai peluang kumulatif (fungsi distribusi kumulatif) berdasarkan data sampel,  $F_0(\varepsilon)$  adalah nilai peluang kumulatif (fungsi distribusi kumulatif) dibawah  $H_0$ .

## 2.8 Pengangguran

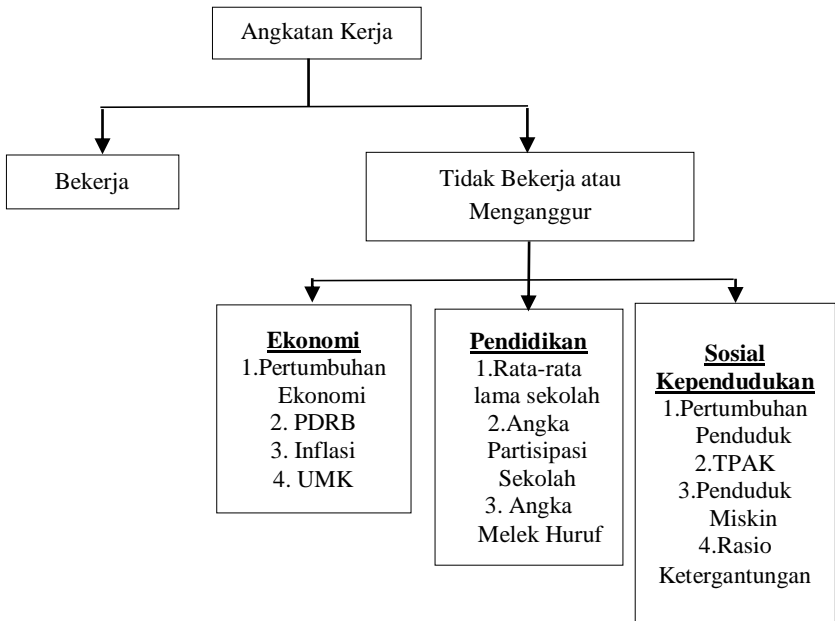
Pengangguran merupakan keadaan seseorang belum mendapatkan pekerjaan dimana seseorang tersebut termasuk dalam angkatan kerja (Sukirno, 1994).

### 2.8.1 Tingkat Pengangguran Terbuka

Tingkat pengangguran terbuka merupakan presentase pengangguran terbuka terhadap angkatan kerja. Pengangguran terbuka merupakan salah satu jenis pengangguran dimana angkatan kerja tidak memiliki pekerjaan sama sekali. Badan Pusat Statistik memiliki konsep yang menjelaskan bahwa pengangguran terbuka terdiri dari mereka yang tak punya pekerjaan dan mencari pekerjaan, mereka yang tidak punya pekerjaan dan sedang mempersiapkan usaha, mereka yang tak punya pekerjaan dan tidak mencari pekerjaan karena merasa tidak mungkin mendapatkan pekerjaan, serta mereka yang sudah punya pekerjaan tetapi belum mulai bekerja (BPS, 2015).

## **2.9 Kerangka Konsep Penelitian**

Pada penelitian mengenai Tingkat Pengangguran Terbuka diperlukan sebuah kerangka konsep penelitian untuk mengetahui faktor-faktor apa saja yang berpengaruh terhadap TPT. Tingkat pengangguran termasuk dalam indikator ketenagakerjaan untuk melihat kondisi kesejahteraan suatu negara, jika tingkat pengangguran dapat ditekan maka dapat disimpulkan bahwa kondisi negara dalam keadaan sejahtera, sebaliknya jika tingkat pengangguran tinggi maka negara tersebut mempunyai beban tanggungan yang besar pula yaitu menandakan bahwa negara tersebut belum sejahtera. Tingkat Pengangguran Terbuka merupakan bagian dari angkatan kerja, dimana angkata kerja merupakan seseorang dalam usia produktif yaitu (15-65 tahun) baik sudah atau belum bekerja oleh karena itu pengangguran tergolong dalam bagian angkatan kerja. Pengangguran erat kaitannya dengan permasalahan sosial kependudukan, ekonomi dan pendidikan, untuk lebih memperjelas konsep pengangguran dan keterkaitan dengan indikator tersebut dapat disajikan pada kerangka konsep sebagai berikut (BPS, 2014).



**Gambar 2.2** Konsep Tingkat Pengangguran Terbuka

Berdasarkan kerangka konsep tersebut merupakan indikator yang berpengaruh terhadap Tingkat Pengangguran Terbuka berdasarkan konsep metodologi Badan Pusat Statistik. Indikator tersebut adalah ekonomi, pendidikan dan sosial kependudukan, dimana masing-masing indikator tersebut mempunyai variabel penting dalam mempengaruhi pengangguran.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Sumber Data

Data yang digunakan pada penelitian merupakan data sekunder Tingkat Pengangguran Terbuka di Provinsi Aceh tahun 2015 bersumber dari Badan Pusat Statistik Aceh. Adapun struktur data adalah sebagai berikut

**Tabel 3.1** Struktur Data Penelitian

No	Subjek	Variabel Respon (Y)	Variabel Prediktor (X1)	...	Variabel Prediktor (X4)
1	Kabupaten/Kota 1	Y1	X11	...	X41
2	Kabupaten/Kota 2	Y2	X12	...	X42
3	Kabupaten/Kota 3	Y3	X13	...	X43
...	...	...	...	...	...
22	Kabupaten/Kota 22	Y5	X122	...	X422
23	Kabupaten/Kota 23	Y6	X123	...	X423

Unit penelitian yang merupakan 23 kabupaten/kota yang terdapat pada Provinsi Aceh sebagai berikut,

**Tabel 3.2** Unit Penelitian

No	Kabupaten/Kota	No	Kabupaten/Kota	No	Kabupaten/Kota
1	SIMEULUE	9	PIDIE	17	BENER MERIAH
2	ACEH SINGKIL	10	BIREUEN	18	PIDIE JAYA
3	ACEH SELATAN	11	ACEH UTARA	19	BANDA ACEH
4	ACEH TENGGARA	12	ACEH BARAT DAYA	20	SABANG
5	ACEH TIMUR	13	GAYO LUES	21	LANGSA
6	ACEH TENGAH	14	ACEH TAMIANG	22	LHOKSEUMAWE
7	ACEH BARAT	15	NAGAN RAYA	23	SUBULUSSALAM
8	ACEH BESAR	16	ACEH JAYA		

### 3.2 Variabel Penelitian

Variabel respon (Y) yang digunakan dalam penelitian ini adalah tingkat pengangguran terbuka di Provinsi Aceh, sedangkan variabel prediktor (X) yang diduga berpengaruh terhadap tingkat pengangguran terbuka di Provinsi Aceh diperoleh dari penelitian-penelitian sebelumnya yang diuraikan dalam Tabel 3.3 berikut,

**Tabel 3.3** Variabel Prediktor

No	Variabel	Keterangan	Indikator	Satuan
1	X1	Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja	Kependudukan	Presentase
2	X2	Laju Pertumbuhan Penduduk	Kependudukan	Presentase
3	X3	Dependency Ratio	Kependudukan	Presentase
4	X4	Presentase Penduduk Miskin	Kependudukan	Presentase

Definisi operasional yang digunakan sebagai variabel respon dan prediktor pada penelitian ini dijelaskan sebagai berikut.

#### 1. Tingkat Pengangguran Terbuka (Y)

Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) adalah persentase jumlah pengangguran terhadap jumlah angkatan kerja (usia 15 sampai 64 tahun), (BPS, 2016). Pengangguran adalah bagian dari angkatan kerja yang sekarang ini tidak bekerja dan sedang aktif mencari pekerjaan atau dapat diartikan sebagai keadaan pengangguran terbuka.

Tingkat Pengangguran Terbuka (TPT) dapat dinyatakan dalam rumus sebagai berikut.

$$TPT = \frac{\text{Jumlah Pengangguran}}{\text{Jumlah Angkatan Kerja}} \times 100\%$$

#### 2. Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja TPAK (X<sub>1</sub>)

Menurut (BPS, 2016), Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja adalah suatu indikator ketenagakerjaan yang memberikan gambaran tentang penduduk yang aktif

secara ekonomi dalam kegiatan sehari-hari merujuk pada suatu waktu dalam periode survei.

$$TPAK = \frac{\text{Jumlah Angkatan Kerja}}{\text{Penduduk 15 Tahun Keatas}} \times 100\%$$

TPAK adalah jumlah penduduk dalam usia produktif yang aktif dalam kegiatan ekonomi. Tingkat partisipasi angkatan kerja mengidentifikasikan besarnya penduduk terjun langsung dalam kegiatan ekonomi sehari-hai. Jadi pola hubungan TPAK dan pengangguran adalah berbanding terbalik, jika TPAK tinggi akan mengalami kecendrungan pengangguran akan rendah.

### 3. Laju Pertumbuhan Penduduk ( $X_2$ )

Laju Pertumbuhan penduduk adalah perubahan jumlah individu dalam sebuah populasi pada suatu waktu (BPS, 2016). Jumlah penduduk yang semakin meningkat membuat pengangguran terbuka terus bertambah selaras dengan penambahan penduduk dan minimnya kesempatan kerja.

Jika jumlah penduduk tinggi maka angkatan kerja akan naik/ tinggi pula, kesempatan kerja semakin berkurang yang dikarenakan terbatasnya lapangan pekerjaan, sebagian angkatan kerja tersebut tidak mendapat kesempatan kerja / lapangan kerja, maka akan terjadi pengangguran.

$$r = \left( \frac{P_t}{P_0} \right)^{1/t} - 1$$

Keterangan :

$r$  = Laju pertumbuhan penduduk

$P_t$  = Jumlah penduduk tahun ke-  $t$

$P_0$  = Jumlah penduduk tahun awal

$t$  = Periode waktu antara tahun dasar dan tahun ke-  $t$

### 4. Dependency Ratio ( $X_3$ )

Rasio Ketergantungan (*Dependency Ratio*) adalah perbandingan antara jumlah penduduk umur 0-14 tahun,



ditambah dengan jumlah penduduk 65 tahun ke atas (keduanya disebut dengan bukan angkatan kerja) dibandingkan dengan jumlah penduduk usia 15-64 tahun (angkatan kerja). Rasio ketergantungan (*dependency ratio*) dapat digunakan sebagai indikator yang secara kasar dapat menunjukkan keadaan ekonomi suatu negara apakah tergolong negara maju atau negara yang sedang berkembang, (BPS, 2016).

Jika jumlah pengangguran tinggi maka rasio ketergantungan tinggi pula dikarenakan negara memiliki tanggungan yang besar untuk penduduk dimana kondisi tersebut mampu menghambat pembangunan dan masalah sosial lainnya. Rumus rasio ketergantungan dapat ditulis sebagai berikut.

$$DR = \frac{P_{(0-14)} + P_{(65+)}}{P_{(15-64)}} \times 100$$

Keterangan :

- DR = Rasio Ketergantungan
- $P_{(0-14)}$  = Jumlah penduduk usia muda
- $P_{(65+)}$  = Jumlah penduduk usia tua
- $P_{(15-64)}$  = Jumlah penduduk usia produktif

#### 5. Presentase Penduduk Miskin ( $X_4$ )

Presentase Penduduk Miskin adalah presentase penduduk yang berada dibawah garis kemiskinan. Garis kemiskinan merupakan jumlah nilai pengeluaran dari 52 komoditi dasar makanan yang riil dikonsumsi penduduk referensi yang kemudian disetarakan dengan 2100 kilokalori perkapita perhari dengan nilai kebutuhan minimum dari komoditi-komoditi non-makanan terpilih yang meliputi perumahan, sandang, pendidikan dan kesehatan (BPS, 2017). Rumus Presentase penduduk miskin ditulis sebagai berikut,

$$P_{\alpha} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^q \left[ \frac{z - y_i}{z} \right]^{\alpha}$$

Keterangan :

$\alpha$  = 0

$z$  = Garis kemiskinan

$y_i$  = Rata-rata pengeluaran per kapita sebulan penduduk yang berada dibawah garis kemiskinan ( $i=1, 2, 3, \dots, q$ ),  $y_i < z$

$q$  = Banyaknya penduduk yang berada dibawah garis kemiskinan

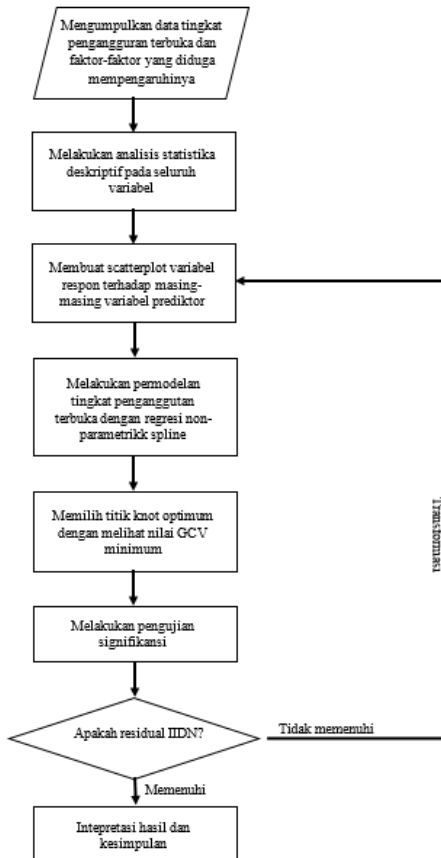
$n$  = Jumlah penduduk

### 3.4 Langkah Analisis

Langkah-langkah analisis dalam penelitian adalah sebagai berikut.

1. Mendeskripsikan tingkat pengangguran terbuka di Provinsi Aceh dan faktor-faktor yang mempengaruhinya.
2. Membuat *scatter plot* antara variabel respon dengan masing-masing variabel prediktor untuk mengetahui pola hubungan yang terjadi.
3. Memodelkan variabel respon menggunakan model regresi nonparametrik spline dengan berbagai titik knot (1, 2, 3, dan kombinasi knot).
4. Memilih titik knot optimal berdasarkan nilai GCV yang paling minimum.
5. Mendapatkan model regresi spline terbaik dengan titik knot optimal.
6. Melakukan uji signifikansi parameter secara serentak dan parsial.
7. Melakukan uji asumsi residual identik, independen, dan berdistribusi normal (IIDN) dari model regresi spline.

8. Membuat interpretasi model dan menarik kesimpulan.  
Disajikan dalam bentuk diagram alir sebagai berikut



**Gambar 3.1** Diagram Alir

## **BAB IV**

### **ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini disajikan gambaran umum mengenai tingkat pengangguran terbuka Provinsi Aceh tahun 2015 beserta faktor-faktor yang diduga mempengaruhinya. Gambaran umum yang akan disajikan berupa statistika deskriptif yang terdiri dari maksimum dan minimum. Disajikan pula *scatter plot* dari masing-masing variabel prediktor dengan variabel respon sehingga menghasilkan kesimpulan seluruh variabel prediktor merupakan komponen nonparametrik. Dikarenakan hal tersebut maka digunakan model regresi spline nonparametrik truncated dengan knot satu, dua, tiga, dan kombinasi knot. Fungsi truncated yang digunakan merupakan fungsi truncated linear. Pemilihan model menggunakan metode *generalized cross validation* (GCV) dengan mengambil nilai terkecil.

#### **4.1 Karakteristik Tingkat Pengangguran Terbuka dan Faktor-Faktor yang Diduga Berpengaruh**

Karakteristik Tingkat Pengangguran Terbuka dan faktor-faktor yang diduga mempengaruhinya di Kabupaten/Kota di Provinsi Aceh dapat diketahui dengan menggunakan statistika deskriptif. Statistika deskriptif yang digunakan dapat berupa nilai minimum dan maksimum dari setiap variabel pada Kabupaten/Kota di Provinsi Aceh tahun 2015 untuk melihat perbandingan pada tiap kabupaten/kota. Pada penelitian ini terdapat empat variabel yang diduga berpengaruh terhadap Tingkat Pengangguran Terbuka di Jawa Timur, yaitu Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja ( $X_1$ ), Laju Pertumbuhan Penduduk ( $X_2$ ), Rasio Ketergantungan ( $X_3$ ), Persentase Penduduk Miskin ( $X_4$ ) yang akan disajikan dalam tabel berikut,

**Tabel 4.1** Gambaran Umum TPT dan Faktor yang Diduga Berpengaruh

Variabel	Rata-rata	Varians	Minimum	Maksimum
$Y$	8,737	16,124	1,04	17,05
$X_1$	65,35	51,62	55,65	85,94
$X_2$	1,84	0,293	0,3	2,81
$X_3$	55,48	53,06	36,98	74,42
$X_4$	17,467	14,814	7,72	21,95

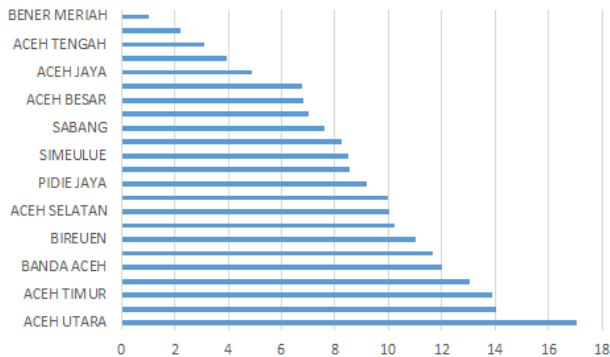
Tabel 4.1 menunjukkan informasi mengenai gambaran umum TPT dan faktor yang diduga berpengaruh sebagai berikut,

- a. Variabel  $y$  merupakan tingkat pengangguran terbuka di Provinsi Aceh tahun 2015. Nilai rata-rata dari variabel tersebut sebesar 8,737, nilai varians sebesar 16,124, nilai minimum sebesar 1,04, serta nilai maksimum 17,05. Nilai minimum terletak pada Kabupaten Bener Meriah dan nilai maksimum terletak pada Kabupaten Aceh Utara.
- b. Variabel  $x_1$  merupakan tingkat partisipasi angkatan kerja di Provinsi Aceh tahun 2015. Nilai rata-rata dari variabel tersebut sebesar 65,35, nilai varians sebesar 51,62, nilai minimum sebesar 55,65 dan nilai maksimum sebesar 85,94. Nilai varians yang besar menunjukkan bahwa tingkat partisipasi angkatan kerja pada tiap kabupaten/kota di Provinsi Aceh tidak merata.
- c. Variabel  $x_2$  merupakan laju pertumbuhan penduduk Provinsi Aceh tahun 2015. Nilai rata-rata dari variabel tersebut sebesar 1,84, nilai varians sebesar 0,293, nilai minimum 0,3, serta nilai maksimum sebesar 2,81. Nilai varians yang kecil menunjukkan bahwa pada Provinsi Aceh pertumbuhan penduduk pada tiap kabupaten/kota hampir sama pada tiap tahunnya.
- d. Variabel  $x_3$  merupakan *dependency ratio* Provinsi Aceh tahun 2015. Nilai tersebut menunjukkan beban yang ditanggung oleh penduduk usia produktif (usia 15-64

tahun). Nilai rata-rata dari variabel tersebut sebesar 55,48, nilai varians sebesar 53,06, nilai minimum sebesar 36,94, nilai maksimum sebesar 74,42. Nilai rata-rata tersebut menunjukkan bahwa pada Provinsi Aceh rata-rata dari 100 penduduk usia produktif memiliki tanggungan 56 penduduk usia non produktif. Nilai varians yang besar menunjukkan bahwa beban ketergantungan pada tiap kabupaten/kota di Provinsi Aceh tidak merata.

- e. Variabel  $x_4$  merupakan presentase penduduk miskin Provinsi Aceh pada tahun 2015. Nilai rata-rata variabel tersebut sebesar 17,467, nilai varians sebesar 14,814, nilai minimum 7,72, serta nilai maksimum sebesar 21,95. Nilai rata-rata menunjukkan bahwa 17,467% penduduk di Provinsi Aceh masih berada dibawah garis kemiskinan.

Tingkat pengangguran terbuka di Provinsi Aceh jika disajikan dalam bentuk grafik adalah sebagai berikut,



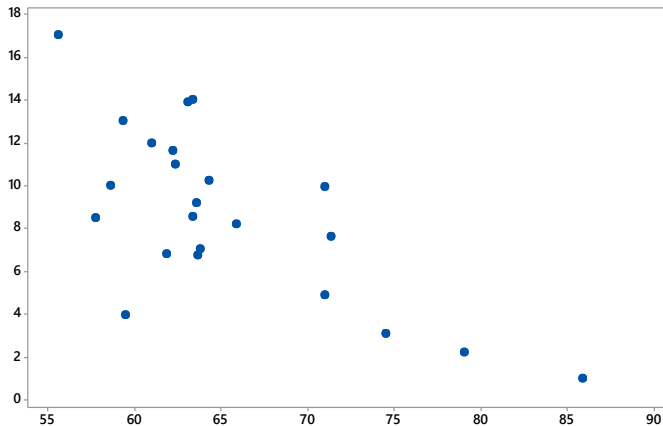
**Gambar 4.1** Grafik Tingkat Prngangguran Terbuka Provinsi Aceh Tahun 2015

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa kabupaten/kota yang memiliki tingkat pengangguran terbuka terendah adalah Kabupaten Bener Meriah serta tertinggi adalah Kabupaten Aceh Utara. Terdapat 11 kabupaten/kota yang memiliki tingkat pengangguran terbuka melebihi rata-rata provinsi sebesar 8,737.

#### 4.2 *Scatterplot* Tingkat Pengangguran Terbuka dan Faktor-Faktor yang Diduga Berpengaruh

*Scatterplot* merupakan plot yang menggambarkan pola hubungan dari dua variabel. Setelah diketahui gambaran umum dari tingkat pengangguran terbuka maka dilakukan analisa terhadap variabel respon dengan masing-masing variabel prediktor untuk mengetahui pola hubungan antar variabel.

- a. *Scatterplot* antara Tingkat Pengangguran Terbuka dengan Tingkat Partisipasi Angkatan Kerja

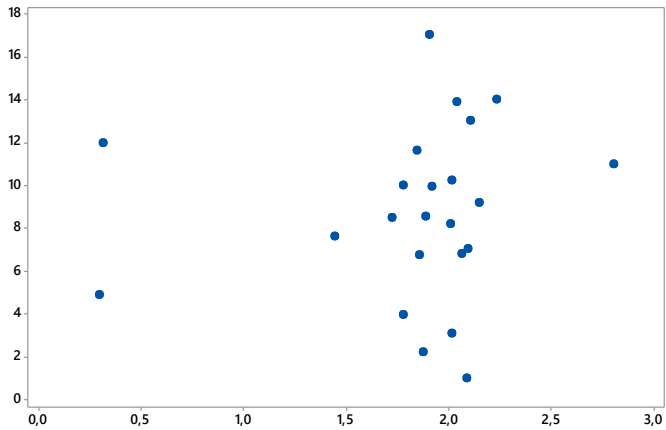


**Gambar 4.2** *Scatterplot* antara TPT dan TPAK

Gambar 4.2 menunjukkan bahwa hubungan antara variabel tingkat pengangguran terbuka dengan tingkat partisipasi angkatan kerja di Provinsi Aceh tidak membentuk pola hubungan tertentu. Berdasarkan hal

tersebut maka variabel tingkat partisipasi angkatan kerja merupakan komponen nonparametrik. Secara universal, jika tingkat partisipasi angkatan kerja meningkat maka tingkat pengangguran terbuka akan cenderung menurun.

- b. *Scatterplot* antara Tingkat Pengangguran Terbuka dengan Laju Pertumbuhan Penduduk

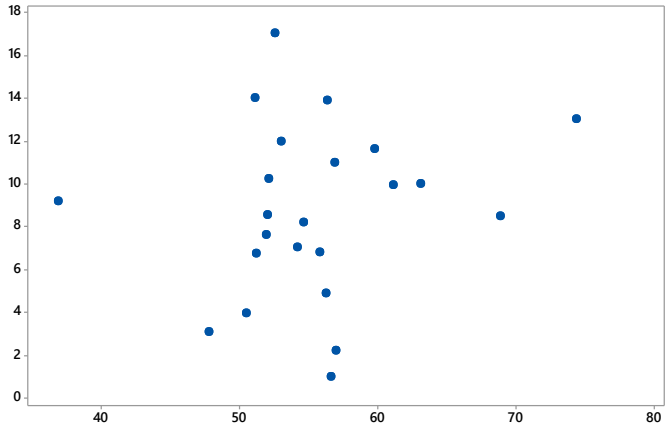


**Gambar 4.3** *Scatterplot* antara TPT dan Laju Pertumbuhan Penduduk

Gambar 4.3 menunjukkan bahwa hubungan antara variabel tingkat pengangguran terbuka dengan laju pertumbuhan penduduk tidak membentuk pola hubungan tertentu. Berdasarkan hal tersebut maka variabel laju pertumbuhan penduduk merupakan komponen nonparametrik. Secara universal, jika laju pertumbuhan penduduk meningkat maka tingkat pengangguran terbuka akan cenderung naik.



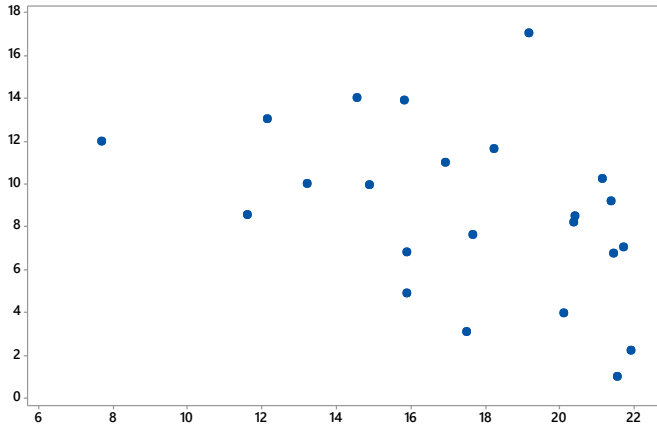
- c. *Scatterplot* antara Tingkat Pengangguran Terbuka dengan *Dependency Ratio*



**Gambar 4.4** *Scatterplot* antara TPT dan *Dependency Ratio*

Gambar 4.4 menunjukkan bahwa hubungan antara variabel tingkat pengangguran terbuka dengan *dependency ratio* tidak membentuk pola hubungan tertentu. Berdasarkan hal tersebut maka variabel *dependency ratio* merupakan komponen nonparametrik. Secara universal, jika *dependency ratio* meningkat maka tingkat pengangguran terbuka akan cenderung menurun.

- d. *Scatterplot* antara Tingkat Pengangguran Terbuka dengan Presentase Penduduk Miskin



**Gambar 4.5** *Scatterplot* antara TPT dan presentase penduduk miskin

Gambar 4.5 menunjukkan bahwa hubungan antara variabel tingkat pengangguran terbuka dengan presentase penduduk miskin tidak membentuk pola hubungan tertentu. Berdasarkan hal tersebut maka variabel presentase penduduk miskin merupakan komponen nonparametrik. Secara universal, jika presentase penduduk miskin meningkat maka tingkat pengangguran terbuka akan cenderung menurun.

#### 4.3 Permodelan Tingkat Pengangguran Terbuka Menggunakan Metode Regresi Nonparametrik Spline Tuncated

Hasil dari analisa hubungan antara variabel prediktor dengan variabel respon menunjukkan semua prediktor merupakan komponen nonparametrik sehingga model yang digunakan adalah regresi nonparametrik spline truncated. Fungsi yang digunakan merupakan fungsi truncated linear. Estimasi parameter dilakukan dengan menggunakan estimasi

model regresi nonparametrik spline truncated dengan knot satu, dua, tiga, dan kombinasi knot.

#### 4.4 Pemilihan Titik Knot Optimum

Titik knot merupakan istilah yang menunjukkan titik perpaduan bersama dimana terdapat perubahan perilaku pada data. Pemilihan knot optimum pada variabel-variabel yang diduga berpengaruh terhadap tingkat pengangguran terbuka di Provinsi Aceh menggunakan metode *Generalized Cross Validation* (GCV). Titik knot optimum merupakan titik knot dengan nilai GCV minimum.

##### 4.4.1 Regresi Nonparametrik Spline Truncated dengan Satu Knot

Pada model regresi nonparametrik Spline Truncated dengan satu knot, model yang terbentuk adalah sebagai berikut,

$$\hat{y} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_{11}x_1 + \hat{\beta}_{12}(x_1 - K_1)_+ + \hat{\beta}_{21}x_2 + \hat{\beta}_{22}(x_2 - K_2)_+ + \hat{\beta}_{31}x_3 + \hat{\beta}_{32}(x_3 - K_3)_+ + \hat{\beta}_{41}x_4 + \hat{\beta}_{42}(x_4 - K_4)_+$$

Estimasi parameter pada regresi nonparametrik spline dengan satu knot menghasilkan iterasi, berikut merupakan 10 iterasi yang mencakup iterasi dengan nilai GCV terkecil,

**Tabel 4.2** Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Satu Titik Knot

GCV	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$
<b>11,99843</b>	<b>56,26816</b>	<b>0,351224</b>	<b>37,74408</b>	<b>8,010408</b>
11,99843	56,88633	0,402449	38,50816	8,300816
11,99843	57,50449	0,453673	39,27224	8,591224
12,23833	58,12265	0,504898	40,03633	8,881633
12,81628	58,74082	0,556122	40,80041	9,172041
13,6574	59,35898	0,607347	41,56449	9,462449

**Tabel 4.2** Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Satu Titik Knot (Lanjutan)

GCV	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$
14,77574	59,97714	0,658571	42,32857	9,752857
15,65589	60,59531	0,709796	43,09265	10,04327
16,19071	61,21347	0,76102	43,85673	10,33367
16,50402	61,83163	0,812245	44,62082	10,62408

Berdasarkan tabel 4.2 hasil perhitungan menunjukkan nilai GCV minimum 11,99843 yang terletak pada iterasi pertama. Nilai knot untuk variabel TPAK sebesar 56,27, nilai knot untuk variabel laju pertumbuhan penduduk sebesar 0,35, nilai knot untuk variabel *dependency ratio* sebesar 37,74, nilai knot untuk variabel presentase penduduk miskin sebesar 8,01.

Hasil dari GCV pada satu knot akan dibandingkan dengan hasil GCV dua knot, tiga knot, dan kombinasi knot untuk menentukan model *Spline* terbaik.

#### 4.4.2 Regresi Nonparametrik Spline Truncated dengan Dua Knot

Pada model regresi nonparametrik Spline Truncated dengan dua knot, model yang terbentuk adalah sebagai berikut,

$$\begin{aligned} \hat{y} = & \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_{11}x_1 + \hat{\beta}_{12}(x_1 - K_1)_+ + \hat{\beta}_{13}(x_1 - K_2)_+ + \\ & \hat{\beta}_{21}x_2 + \hat{\beta}_{22}(x_2 - K_3)_+ + \hat{\beta}_{23}(x_2 - K_4)_+ + \\ & \hat{\beta}_{31}x_3 + \hat{\beta}_{32}(x_3 - K_5)_+ + \hat{\beta}_{33}(x_3 - K_6)_+ + \\ & \hat{\beta}_{41}x_4 + \hat{\beta}_{42}(x_4 - K_7)_+ + \hat{\beta}_{43}(x_4 - K_8)_+ \end{aligned}$$

Estimasi parameter pada regresi nonparametrik spline dengan dua knot menghasilkan iterasi, berikut merupakan 10 iterasi yang mencakup iterasi dengan nilai GCV terkecil,

**Tabel 4.3** Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Dua Titik Knot

GCV	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$
9,071998	58,12265	0,504898	40,03633	8,881633
	61,83163	0,812245	44,62082	10,62408
7,963891	58,12265	0,504898	40,03633	8,881633
	62,4498	0,863469	45,3849	10,91449
7,247939	58,12265	0,504898	40,03633	8,881633
	63,06796	0,914694	46,14898	11,2049
7,481258	58,12265	0,504898	40,03633	8,881633
	63,68612	0,965918	46,91306	11,49531
<b>6,437523</b>	<b>58,12265</b>	<b>0,504898</b>	<b>40,03633</b>	<b>8,881633</b>
	<b>64,30429</b>	<b>1,017143</b>	<b>47,67714</b>	<b>11,78571</b>
7,181884	64,92245	0,504898	40,03633	8,881633
	58,12265	1,068367	48,44122	12,07612
7,919134	65,54061	0,504898	40,03633	8,881633
	58,12265	1,119592	49,20531	12,36653
8,695623	66,15878	0,504898	40,03633	8,881633
	58,12265	1,170816	49,96939	12,65694
9,142128	66,77694	0,504898	40,03633	8,881633
	58,12265	1,222041	50,73347	12,94735
9,593002	67,3951	0,504898	40,03633	8,881633
	58,12265	1,273265	51,49755	13,23776

Berdasarkan tabel 4.3 hasil perhitungan menunjukan nilai GCV minimum 6,437523 yang terletak pada iterasi ke-200. Nilai knot satu dan dua untuk variabel TPAK sebesar 58,12 dan 64,30, nilai knot satu dan dua untuk variabel laju pertumbuhan penduduk sebesar 0,50 dan 1,02, nilai knot satu dan dua untuk variabel *dependency ratio* sebesar 40,034 dan 47,68, nilai knot satu dan dua untuk variabel presentase penduduk miskin sebesar 8,88 dan 11,79.

#### 4.4.3 Regresi Nonparametrik Spline Truncated dengan Tiga Knot

Pada model regresi nonparametrik Spline Truncated dengan tiga knot, model yang terbentuk adalah sebagai berikut,

$$\begin{aligned}\hat{y} = & \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_{11}x_1 + \hat{\beta}_{12}(x_1 - K_1)_+ + \hat{\beta}_{13}(x_1 - K_2)_+ + \hat{\beta}_{14}(x_1 - K_3)_+ + \\ & \hat{\beta}_{21}x_2 + \hat{\beta}_{22}(x_2 - K_4)_+ + \hat{\beta}_{23}(x_2 - K_5)_+ + \hat{\beta}_{24}(x_2 - K_6)_+ + \\ & \hat{\beta}_{31}x_3 + \hat{\beta}_{32}(x_3 - K_7)_+ + \hat{\beta}_{33}(x_3 - K_8)_+ + \hat{\beta}_{34}(x_3 - K_9)_+ + \\ & \hat{\beta}_{41}x_4 + \hat{\beta}_{42}(x_4 - K_{10})_+ + \hat{\beta}_{43}(x_4 - K_{11})_+ + \hat{\beta}_{44}(x_4 - K_{12})_+\end{aligned}$$

Estimasi parameter pada regresi nonparametrik spline dengan tiga knot menghasilkan iterasi, berikut merupakan 10 iterasi yang mencakup iterasi dengan nilai GCV terkecil,

**Tabel 4.4** Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Tiga Titik Knot

GCV	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$
	61,21347	0,76102	43,85673	10,33367
19,16568	61,83163	0,812245	44,62082	10,62408
	84,70367	2,707551	72,89184	21,36918
	61,21347	0,76102	43,85673	10,33367
19,83546	61,83163	0,812245	44,62082	10,62408
	85,32184	2,758776	73,65592	21,65959
	61,21347	0,76102	43,85673	10,33367
9,471776	62,4498	0,863469	45,3849	10,91449
	63,06796	0,914694	46,14898	11,2049
	61,21347	61,21347	43,85673	10,33367
9,321099	62,4498	62,4498	45,3849	10,91449
	63,68612	63,68612	46,91306	11,49531

**Tabel 4.4** Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Tiga Titik Knot (Lanjutan)

GCV	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$
	61,21347	0,76102	43,85673	10,33367
6,676125	62,4498	0,863469	45,3849	10,91449
	64,30429	1,017143	47,67714	11,78571
	<b>61,21347</b>	<b>0,76102</b>	<b>43,85673</b>	<b>10,33367</b>
<b>5,799392</b>	<b>62,4498</b>	<b>0,863469</b>	<b>45,3849</b>	<b>10,91449</b>
	<b>64,92245</b>	<b>1,068367</b>	<b>48,44122</b>	<b>12,07612</b>
	61,21347	0,76102	43,85673	10,33367
7,602025	62,4498	0,863469	45,3849	10,91449
	65,54061	1,119592	49,20531	12,36653
	61,21347	0,76102	43,85673	10,33367
8,920771	62,4498	0,863469	45,3849	10,91449
	66,15878	1,170816	49,96939	12,65694
	61,21347	0,76102	43,85673	10,33367
9,619076	62,4498	0,863469	45,3849	10,91449
	66,77694	1,222041	50,73347	12,94735
	61,21347	0,76102	43,85673	10,33367
10,25677	62,4498	0,863469	45,3849	10,91449
	67,3951	1,273265	51,49755	13,23776

Berdasarkan tabel 4.4 hasil perhitungan menunjukan nilai GCV minimum 5,799392 yang terletak pada iterasi ke-7458. Nilai knot satu, dua, dan tiga untuk variabel TPAK sebesar 61,21; 62,45; dan 64,92 nilai knot satu, dua, dan tiga untuk variabel laju pertumbuhan penduduk sebesar 0,76; 0,86; dan 1,06 nilai knot satu, dua, dan tiga untuk variabel *dependency ratio* sebesar 43,86; 45,38; dan 48,44 nilai knot satu, dua, dan tiga untuk variabel presentase penduduk miskin sebesar 10,33; 10,91; dan 12,08.

#### 4.4.4 Regresi Nonparametrik Spline Truncated dengan Kombinasi Knot

Pada model regresi nonparametrik Spline Truncated dengan kombinasi knot, model yang terbentuk adalah sebagai berikut,

$$\begin{aligned}\hat{y} = & \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_{11}x_1 + \hat{\beta}_{12}(x_1 - K_1)_+ + \hat{\beta}_{13}(x_1 - K_2)_+ + \hat{\beta}_{14}(x_1 - K_3)_+ + \\ & \hat{\beta}_{21}x_2 + \hat{\beta}_{22}(x_2 - K_4)_+ + \hat{\beta}_{31}x_3 + \hat{\beta}_{32}(x_3 - K_5)_+ + \hat{\beta}_{33}(x_3 - K_6)_+ + \\ & \hat{\beta}_{34}(x_3 - K_7)_+ + \hat{\beta}_{41}x_4 + \hat{\beta}_{42}(x_4 - K_8)_+ + \hat{\beta}_{43}(x_4 - K_9)_+\end{aligned}$$

Estimasi parameter pada regresi nonparametrik spline dengan kombinasi knot menghasilkan iterasi, berikut merupakan 10 iterasi yang mencakup iterasi dengan nilai GCV terkecil,

**Tabel 4.5** Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Kombinasi Knot

GCV	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$
9,49	61,21	0,35	37,74	8,01
	62,45			
	64,92			
6,55	61,21	0,35	37,74	8,88
	62,45			11,79
	64,92			
6,55	61,21	0,35	37,74	10,33
	62,45			10,91
	64,92			12,08
9,49	61,21	0,35	40,04	8,01
	62,45		47,68	
	64,92			



**Tabel 4.5** Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Kombinasi Knot (Lanjutan)

GCV	$X_1$	$X_2$	$X_3$	$X_4$
	61,21	0,35	40,04	8,89
6,55	62,45		47,68	11,79
	64,92			
	61,21	0,35	40,04	10,33
6,55	62,45		47,68	10,91
	64,92			12,08
	61,21	0,35	43,86	8,01
10,38	62,45		45,38	
	64,92		48,44	
	<b>61,21</b>	<b>0,35</b>	<b>43,86</b>	<b>8,89</b>
<b>5,8</b>	<b>62,45</b>		<b>45,38</b>	<b>11,79</b>
	<b>64,92</b>		<b>48,44</b>	
	61,21	0,35	43,86	10,33
5,8	62,45		45,38	10,91
	64,92		48,44	12,08
	61,21	0,5	37,74	8,89
9,49	62,45	1,02		11,79
	64,92			

Berdasarkan tabel 4.5 hasil perhitungan menunjukan nilai GCV minimum 5,7993917327 yang terletak pada iterasi ke-62. Kombinasi knot dengan nilai GCV minimum terletak pada kombinasi knot(3,1,3,2). Nilai knot satu, dua, dan tiga untuk variabel TPAK sebesar 61,21; 62,45; dan 64,92 nilai knot satu untuk variabel laju pertumbuhan penduduk sebesar 0,35 nilai knot satu, dua, dan tiga untuk variabel *dependency ratio* sebesar 43,86; 45,38; dan 48,44 nilai knot satu dan dua untuk variabel presentase penduduk miskin sebesar 8,89 dan 11,79.

#### 4.5 Pemilihan Model Terbaik

Setelah mendapatkan nilai GCV dari masing-masing pemodelan dengan satu knot, dua knot, tiga knot, dan kombinasi knot adalah membandingkan masing-masing nilai tersebut untuk mendapatkan pemodelan yang optimal/terbaik. Berikut tabel nilai GCV dari masing-masing pemodelan dengan knot.

**Tabel 4.6** Nilai GCV Masing-Masing Knot

GCV	Jumlah Knot	Jumlah Parameter
11,9984279	1	9
6,43752333	2	13
5,79939174	3	17
<b>5,799391733</b>	<b>Kombinasi (3,1,3,2)</b>	<b>14*</b>

Berdasarkan model dengan satu, dua, tiga maupun kombinasi knot, model terbaik didapatkan dari nilai GCV paling minimum yaitu pada kombinasi knot(3,1,3,2) dengan nilai GCV sebesar 5,80 dan jumlah parameter sebanyak 14 parameter termasuk parameter  $\beta_0$ .

#### 4.6 Penaksiran Parameter Tingkat Pengangguran Terbuka di Provinsi Aceh Tahun 2015

Penaksir parameter dari model terbaik yang didapatkan setelah melihat dari nilai GCV terkecil yaitu model kombinasi knot (3,1,3,2) adalah sebagai berikut;

$$\begin{aligned} \hat{y} = & \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_{11}x_1 + \hat{\beta}_{12}(x_1 - K_1)_+ + \hat{\beta}_{13}(x_1 - K_2)_+ + \hat{\beta}_{14}(x_1 - K_3)_+ + \\ & \hat{\beta}_{21}x_2 + \hat{\beta}_{22}(x_2 - K_4)_+ + \hat{\beta}_{31}x_3 + \hat{\beta}_{32}(x_3 - K_5)_+ + \hat{\beta}_{33}(x_3 - K_6)_+ + \\ & \hat{\beta}_{34}(x_3 - K_7)_+ + \hat{\beta}_{41}x_2 + \hat{\beta}_{42}(x_4 - K_8)_+ + \hat{\beta}_{43}(x_4 - K_9)_+ \end{aligned}$$

#### 4.7 Uji Parameter

Setelah mendapatkan model terbaik dengan nilai GCV terkecil maka dilanjutkan melakukan pengujian signifikansi parameter untuk mengetahui variabel prediktor apa saja yang berpengaruh signifikan terhadap model.

#### 4.7.1 Uji Serentak

Pada uji serentak akan diketahui apakah variabel-variabel prediktor yang digunakan berpengaruh secara serentak terhadap model. Berikut hasil ANOVA untuk model regresi nonparametrik spline truncated.

**Tabel 4.7** ANOVA Model Regresi Spline Truncated

Sumber variasi	Df	Sum of Square (SS)	Mean Square (MS)	$F_{hitung}$
Regresi	13	329,52	25,35	9,047
Error	9	25,21	2,8	
Total	22	354,73		

Tabel 4.7 menunjukkan nilai  $F_{hitung} (9,04) > F_{(0,05,13,9)} (3,05)$  menghasilkan kesimpulan tolak  $H_0$ . Maka minimal ada satu parameter yang signifikan terhadap tingkat pengangguran terbuka di Provinsi Aceh tahun 2015. Selanjutnya dilakukan pengujian individu untuk melihat parameter yang berpengaruh secara signifikan.

#### 4.7.2 Uji Individu

Untuk melakukan pengujian signifikansi parameter secara individu/ parsial dilakukan uji parsial sebagai berikut,

**Tabel 4.8** Hasil Pengujian Parameter Secara Individu

Variabel	Parameter	Estimator	T	P-value	Keputusan
$X_1$	$\beta_{11}$	-3,17761	-6,03	0,000	Signifikan
	$\beta_{12}$	12,84848	5,09	0,001	Signifikan
	$\beta_{13}$	-10,2388	-3,86	0,004	Signifikan
	$\beta_{14}$	0,220687	0,26	0,803	Tidak Signifikan
$X_2$	$\beta_{21}$	84,89974	1,26	0,238	Tidak Signifikan
	$\beta_{22}$	-84,5861	-1,23	0,250	Tidak Signifikan

**Tabel 4.8** Hasil Pengujian Parameter Secara Individu (Lanjutan)

Variabel	Parameter	Estimator	T	P-value	Keputusan
$X_3$	$\beta_{31}$	27,4419	4,17	0,002	Signifikan
	$\beta_{32}$	-165,947	-4,36	0,002	Signifikan
	$\beta_{33}$	145,6644	4,38	0,002	Signifikan
	$\beta_{34}$	-7,09254	-1,82	0,103	Tidak Signifikan
$X_4$	$\beta_{41}$	-113,778	-3,51	0,007	Signifikan
	$\beta_{42}$	155,6901	3,43	0,008	Signifikan
	$\beta_{43}$	-42,6503	-3,24	0,010	Signifikan

Tabel 4.8 menunjukkan beberapa parameter tidak signifikan terhadap tingkat pengangguran terbuka di Provinsi Aceh tahun 2015 dikarenakan nilai  $P$ -value kurang dari  $\alpha(0,05)$ . Namun jika dalam satu variabel terdapat minimal satu parameter yang signifikan maka variabel tersebut sudah menjadi variabel yang berpengaruh signifikan terhadap respon. Variabel laju pertumbuhan penduduk ( $X_2$ ) tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap tingkat pengangguran terbuka di Provinsi Aceh tahun 2015 dikarenakan tidak memiliki minimal satu parameter yang signifikan terhadap respon. Berdasarkan hal tersebut maka dilakukan permodelan kembali dengan menghilangkan variabel laju pertumbuhan penduduk.

#### 4.8 Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Tiga Variabel

Hasil dari permodelan sebelumnya menunjukkan bahwa terdapat satu variabel yang tidak signifikan terhadap respon. Maka dilakukan kembali pemilihan titik knot optimum dengan menggunakan metode *Generalized Cross Validation* (GCV). Titik knot optimum merupakan titik knot dengan nilai GCV minimum.

#### 4.8.1 Regresi Nonparametrik Spline Truncated Tiga Variabel dengan Satu Knot

Pada model regresi nonparametrik Spline Truncated dengan satu knot, model yang terbentuk adalah sebagai berikut,

$$\hat{y} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_{11}x_1 + \hat{\beta}_{12}(x_1 - K_1)_+ + \hat{\beta}_{31}x_3 + \hat{\beta}_{32}(x_3 - K_2)_+ + \hat{\beta}_{41}x_2 + \hat{\beta}_{42}(x_4 - K_3)_+$$

Estimasi parameter pada regresi nonparametrik spline dengan satu knot menghasilkan iterasi, berikut merupakan 10 iterasi yang mencakup iterasi dengan nilai GCV terkecil,

**Tabel 4.9** Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Satu Titik Knot

GCV	$X_1$	$X_3$	$X_4$
<b>10,662544058</b>	<b>56,26816</b>	<b>37,74408</b>	<b>8,010408</b>
10,662544063	56,88633	38,50816	8,300816
10,662544059	57,50449	39,27224	8,591224
10,944661650	58,12265	40,03633	8,881633
11,513194684	58,74082	40,80041	9,172041
12,243346386	59,35898	41,56449	9,462449
13,052183021	59,97714	42,32857	9,752857
13,612303922	60,59531	43,09265	10,04327
13,899904714	61,21347	43,85673	10,33367
14,032998643	61,83163	44,62082	10,62408

Berdasarkan tabel 4.8 hasil perhitungan menunjukkan nilai GCV minimum 10,663544058 yang terletak pada iterasi pertama. Nilai knot untuk variabel TPAK sebesar 56,27, nilai knot untuk variabel *dependency ratio* sebesar 37,74, nilai knot untuk variabel presentase penduduk miskin sebesar 8,01.

Hasil dari GCV pada satu knot akan dibandingkan dengan hasil GCV dua knot, tiga knot, dan kombinasi knot untuk menentukan model *Spline* terbaik.

#### 4.8.2 Regresi Nonparametrik Spline Truncated Tiga Variabel dengan Dua Knot

Pada model regresi nonparametrik Spline Truncated dengan dua knot, model yang terbentuk adalah sebagai berikut,

$$\begin{aligned}\hat{y} = & \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_{11}x_1 + \hat{\beta}_{12}(x_1 - K_1)_+ + \hat{\beta}_{13}(x_1 - K_2)_+ + \\ & \hat{\beta}_{31}x_3 + \hat{\beta}_{32}(x_3 - K_3)_+ + \hat{\beta}_{33}(x_3 - K_4)_+ + \\ & \hat{\beta}_{41}x_2 + \hat{\beta}_{42}(x_4 - K_5)_+ + \hat{\beta}_{43}(x_4 - K_6)_+\end{aligned}$$

Estimasi parameter pada regresi nonparametrik spline dengan dua knot menghasilkan iterasi, berikut merupakan 10 iterasi yang mencakup iterasi dengan nilai GCV terkecil,

**Tabel 4.10** Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Dua Titik Knot

GCV	$X_1$	$X_3$	$X_4$
9,594986	57,50449	39,27224	8,591224
	59,97714	42,32857	9,752857
8,529957	57,50449	39,27224	8,591224
	60,59531	43,09265	10,04327
8,055495	57,50449	39,27224	8,591224
	61,21347	43,85673	10,33367
7,83099	57,50449	39,27224	8,591224
	61,83163	44,62082	10,62408
7,028951	57,50449	39,27224	8,591224
	62,4498	45,3849	10,91449
<b>6,534086</b>	<b>57,50449</b>	<b>39,27224</b>	<b>8,591224</b>
	<b>63,06796</b>	<b>46,14898</b>	<b>11,2049</b>

**Tabel 4.10** Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Dua Titik Knot (Lanjutan)

GCV	$X_1$	$X_3$	$X_4$
6,876592	57,50449	39,27224	8,591224
	63,68612	46,91306	11,49531
7,156086	57,50449	39,27224	8,591224
	64,30429	47,67714	11,78571
8,771248	57,50449	39,27224	8,591224
	64,92245	48,44122	12,07612
9,559204	57,50449	39,27224	8,591224
	65,54061	49,20531	12,36653

Berdasarkan tabel 4.10 hasil perhitungan menunjukan nilai GCV minimum 6,534086 yang terletak pada iterasi ke-153. Nilai knot satu dan dua untuk variabel TPAK sebesar 57,50 dan 63,07, nilai knot satu dan dua untuk variabel *dependency ratio* sebesar 39,27 dan 46,15, nilai knot satu dan dua untuk variabel presentase penduduk miskin sebesar 8,59 dan 11,20.

#### 4.8.3 Regresi Nonparametrik Spline Truncated Tiga Variabel dengan Tiga Knot

Pada model regresi nonparametrik Spline Truncated dengan tiga knot, model yang terbentuk adalah sebagai berikut,

$$\begin{aligned} \hat{y} = & \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_{11}x_1 + \hat{\beta}_{12}(x_1 - K_1)_+ + \hat{\beta}_{13}(x_1 - K_2)_+ + \hat{\beta}_{14}(x_1 - K_3)_+ + \\ & \hat{\beta}_{31}x_3 + \hat{\beta}_{32}(x_3 - K_4)_+ + \hat{\beta}_{33}(x_3 - K_5)_+ + \hat{\beta}_{34}(x_3 - K_6)_+ + \\ & \hat{\beta}_{41}x_2 + \hat{\beta}_{42}(x_4 - K_7)_+ + \hat{\beta}_{43}(x_4 - K_8)_+ + \hat{\beta}_{44}(x_4 - K_9)_+ \end{aligned}$$

Estimasi parameter pada regresi nonparametrik spline dengan tiga knot menghasilkan iterasi, berikut merupakan 10 iterasi yang mencakup iterasi dengan nilai GCV terkecil,

**Tabel 4.11** Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Tiga Titik Knot

<b>GCV</b>	<b><math>X_1</math></b>	<b><math>X_3</math></b>	<b><math>X_4</math></b>
	56,88633	38,50816	8,300816
18,21802	68,63143	53,02571	13,81857
	82,84918	70,59959	20,49796
	56,88633	38,50816	8,300816
18,39998	68,63143	53,02571	13,81857
	83,46735	71,36367	20,78837
	56,88633	38,50816	8,300816
18,72325	68,63143	53,02571	13,81857
	84,08551	72,12776	21,07878
	56,88633	38,50816	8,300816
18,69186	68,63143	53,02571	13,81857
	84,70367	72,89184	21,36918
	56,88633	38,50816	8,300816
15,17747	68,63143	53,02571	13,81857
	85,32184	73,65592	21,65959
	<b>56,88633</b>	<b>38,50816</b>	<b>8,300816</b>
<b>5,746336</b>	<b>69,24959</b>	<b>53,7898</b>	<b>14,10898</b>
	<b>69,86776</b>	<b>54,55388</b>	<b>14,39939</b>
	56,88633	38,50816	8,300816
7,483219	69,24959	53,7898	14,10898
	70,48592	55,31796	14,6898



**Tabel 4.11** Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Tiga Titik Knot (Lanjutan)

GCV	$X_1$	$X_3$	$X_4$
	56,88633	38,50816	8,300816
9,338367	69,24959	53,7898	14,10898
	71,10408	56,08204	14,9802
	56,88633	38,50816	8,300816
12,11183	69,24959	53,7898	14,10898
	71,72224	56,84612	15,27061
	56,88633	38,50816	8,300816
12,43372	69,24959	53,7898	14,10898
	72,34041	57,6102	15,56102

Berdasarkan tabel 4.11 hasil perhitungan menunjukkan nilai GCV minimum 5,746336 yang terletak pada iterasi ke-1766. Nilai knot satu, dua, dan tiga untuk variabel TPAK sebesar 56,89; 69,25; dan 69,87 nilai knot satu, dua, dan tiga untuk variabel *dependency ratio* sebesar 38,51; 53,79; dan 54,55 nilai knot satu, dua, dan tiga untuk variabel presentase penduduk miskin sebesar 8,30; 14,11; dan 14,40.

#### 4.8.4 Regresi Nonparametrik Spline Truncated Tiga Variabel dengan Kombinasi Knot

Pada model regresi nonparametrik Spline Truncated dengan kombinasi knot, model yang terbentuk adalah sebagai berikut,

$$\begin{aligned}\hat{y} = & \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_{11}x_1 + \hat{\beta}_{12}(x_1 - K_1)_+ + \hat{\beta}_{13}(x_1 - K_2)_+ + \hat{\beta}_{14}(x_1 - K_3)_+ + \\ & \hat{\beta}_{31}x_3 + \hat{\beta}_{32}(x_3 - K_4)_+ + \hat{\beta}_{33}(x_3 - K_5)_+ + \hat{\beta}_{34}(x_3 - K_6)_+ + \\ & \hat{\beta}_{41}x_2 + \hat{\beta}_{42}(x_4 - K_7)_+ + \hat{\beta}_{43}(x_4 - K_8)_+ + \hat{\beta}_{44}(x_4 - K_9)_+\end{aligned}$$

Estimasi parameter pada regresi nonparametrik spline dengan kombinasi knot menghasilkan iterasi, berikut merupakan 10 iterasi yang mencakup iterasi dengan nilai GCV terkecil,

**Tabel 4.12** Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Kombinasi Knot

GCV	$X_1$	$X_3$	$X_4$
	57,50449	38,50186	8,300816
7,531801	63,06796	53,7898	14,10898
		54,55388	14,39939
	56,88633	37,74408	8,010408
8,341573	69,24959		
	69,86776		
	56,88633	37,74408	8,591224
8,341573	69,24959		11,2049
	69,86776		
	56,88633	37,74408	8,300816
8,281602	69,24959		14,10898
	69,86776		14,39939
	56,88633	39,27114	8,010408
8,341573	69,24959	46,14898	
	69,86776		
	56,88633	39,27114	8,591224
8,341573	69,24959	46,14898	11,2049
	69,86776		
	56,88633	39,27114	8,300816
8,281602	69,24959	46,14898	14,10898
	69,86776		14,39939

**Tabel 4.12** Pemilihan Titik Knot Optimum dengan Kombinasi Knot (Lanjutan)

GCV	$X_1$	$X_3$	$X_4$
	56,88633	38,50186	8,010408
10,94942	69,24959	53,7898	
	69,86776	54,55388	
	56,88633	38,50186	8,591224
10,94942	69,24959	53,7898	11,2049
	69,86776	54,55388	
	<b>56,88633</b>	<b>38,50186</b>	<b>8,300816</b>
<b>5,746336</b>	<b>69,24959</b>	<b>53,7898</b>	<b>14,10898</b>
	<b>69,86776</b>	<b>54,55388</b>	<b>14,39939</b>

Berdasarkan tabel 4.12 hasil perhitungan menunjukkan nilai GCV minimum 5,746336 yang terletak pada iterasi ke-27. Kombinasi knot dengan nilai GCV minimum terletak pada kombinasi knot(3,3,3). Nilai knot satu, dua, dan tiga untuk variabel TPAK sebesar 56,89; 69,25; dan 69,86 nilai knot satu, dua, dan tiga untuk variabel *dependency ratio* sebesar 38,50; 53,79; dan 54,55 nilai knot satu, dua, dan tiga untuk variabel presentase penduduk miskin sebesar 8,30; 14,11; dan 14,39.

#### 4.9 Pemilihan Model Terbaik Tiga Variabel

Setelah mendapatkan nilai GCV dari masing-masing pemodelan dengan satu knot, dua knot, tiga knot, dan kombinasai knot adalah membandingkan masing-masing nilai tersebut untuk mendapatkan pemodelan yang optimal/terbaik. Berikut tabel nilai GCV dari masing-masing pemodelan dengan knot.

**Tabel 4.13** Nilai GCV Masing-Masing Knot

GCV	Jumlah Knot	Jumlah Parameter
10,662544058	1	7
6,534085782	2	10
<b>5,746335600</b>	<b>3</b>	<b>13</b>
5,746335619	Kombinasi (3,3,3)	13*

Berdasarkan model dengan satu, dua, tiga maupun kombinasi knot, model terbaik didapatkan dari nilai GCV paling minimum yaitu pada 3 knot dengan nilai GCV sebesar 5,75 dan jumlah parameter sebanyak 13 parameter termasuk parameter  $\beta_0$ .

#### **4.10 Penaksiran Parameter Tingkat Pengangguran Terbuka di Provinsi Aceh Tahun 2015 dengan Tiga Variabel**

Penaksir parameter dari model terbaik yang didapatkan setelah melihat dari nilai GCV terkecil yaitu model 3 knot adalah sebagai berikut;

$$\hat{y} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_{11}x_1 + \hat{\beta}_{12}(x_1 - K_1)_+ + \hat{\beta}_{13}(x_1 - K_2)_+ + \hat{\beta}_{14}(x_1 - K_3)_+ + \\ \hat{\beta}_{31}x_3 + \hat{\beta}_{32}(x_3 - K_4)_+ + \hat{\beta}_{33}(x_3 - K_5)_+ + \hat{\beta}_{34}(x_3 - K_6)_+ + \\ \hat{\beta}_{41}x_2 + \hat{\beta}_{42}(x_4 - K_7)_+ + \hat{\beta}_{43}(x_4 - K_8)_+ + \hat{\beta}_{44}(x_4 - K_9)_+$$

#### **4.11 Uji Parameter Tiga Variabel**

Setelah mendapatkan model terbaik dengan nilai GCV terkecil maka dilanjutkan melakukan pengujian signifikansi parameter untuk mengetahui variabel prediktor apa saja yang berpengaruh signifikan terhadap model.

##### **4.7.1 Uji Serentak Tiga Variabel**

Pada uji serentak akan diketahui apakah variabel-variabel prediktor yang digunakan berpengaruh secara serentak terhadap model. Berikut hasil ANOVA untuk model regresi nonparametrik spline truncated.

**Tabel 4.14** ANOVA Model Regresi Spline Truncated

Sumber variasi	Df	Sum of Square (SS)	Mean Square (MS)	$F_{hitung}$
Regresi	12	329,75	27,48	11,00
Error	10	25,00	2,5	
Total	22	354,73		

Tabel 4.14 menunjukkan nilai  $F_{hitung}$  ( $11,00$ )  $> F_{(0,05,12,10)}$  ( $2,91$ ) menghasilkan kesimpulan tolak  $H_0$ . Maka minimal ada satu parameter yang signifikan terhadap tingkat pengangguran terbuka di Provinsi Aceh tahun 2015. Selanjutnya dilakukan pengujian individu untuk melihat parameter yang berpengaruh secara signifikan.

#### 4.7.2 Uji Individu Tiga Variabel

Untuk melakukan pengujian signifikansi parameter secara individu/ parsial dilakukan uji parsial sebagai berikut,

**Tabel 4.15** Hasil Pengujian Parameter Secara Individu

Variabel	Parameter	Estimator	T	P-value	Keputusan
$X_1$	$\beta_{11}$	-10,3465	-4,87	0,001	Signifikan
	$\beta_{12}$	11,44303	4,87	0,001	Signifikan
	$\beta_{13}$	-20,1705	-4,73	0,001	Signifikan
	$\beta_{14}$	19,1207	4,70	0,001	Signifikan
$X_3$	$\beta_{31}$	-9,7296	-2,28	0,046	Signifikan
	$\beta_{32}$	10,80557	2,28	0,046	Signifikan
	$\beta_{33}$	-7,9721	-2,79	0,019	Signifikan
	$\beta_{34}$	7,482637	2,99	0,014	Signifikan
$X_4$	$\beta_{41}$	-28,1501	-2,41	0,037	Signifikan
	$\beta_{42}$	31,44891	2,38	0,039	Signifikan
	$\beta_{43}$	-6,117	-0,50	0,625	Tidak Signifikan
	$\beta_{44}$	1,847041	0,17	0,867	Tidak Signifikan

Tabel 4.15 menunjukkan beberapa parameter tidak signifikan terhadap tingkat pengangguran terbuka di Provinsi

Aceh tahun 2015 dikarenakan nilai  $P$ -value kurang dari  $\alpha(0,05)$ . Namun secara umum ketiga variabel tersebut berpengaruh signifikan terhadap tingkat pengangguran terbuka di Provinsi Aceh tahun 2015.

#### 4.12 Pengujian Asumsi Residual

Residual dari model regresi nonparametrik spline truncated harus memenuhi asumsi identik, independen, dan berdistribusi normal.

##### 4.12.1 Asumsi Identik

Pengujian asumsi identik dilakukan untuk mengetahui apakah terjadi heteroskedastisitas pada varians residual. Untuk melakukan pengujian asumsi identik dapat menggunakan uji Glejser. Berikut merupakan hasil tabel ANOVA untuk uji Glejser.

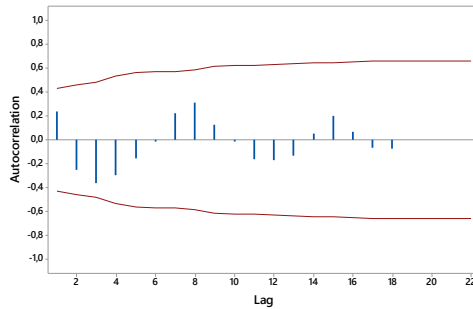
**Tabel 4.16** Hasil Pengujian Glejser

Sumber variasi	Df	Sum of Square (SS)	Mean Square (MS)	$F_{hitung}$
Regresi	12	7,15	0,60	0,94
Error	10	6,31	0,63	
Total	22	13,46		

Tabel 4.16 menunjukkan nilai  $F_{hitung} (0,94) < F_{(0,05,13,9)} (2,91)$  menghasilkan kesimpulan gagal tolak  $H_0$ . Maka tidak terjadi heteroskedastisitas pada varians residual sehingga asumsi identik terpenuhi.

##### 4.12.2 Asumsi Independen

Asumsi independen merupakan asumsi selanjutnya yang harus terdapat pada residual model regresi nonparametrik. Berikut merupakan hasil uji independen menggunakan plot *Autocorrelation Function* (ACF).

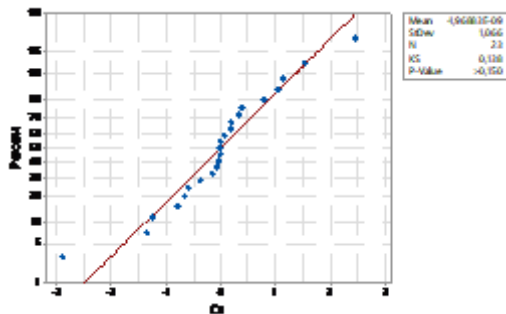


**Gambar 4.6** ACF Residual

Gambar 4.6 menunjukkan bahwa dari lag 1 hingga lag 22 tidak terdapat lag yang keluar dari batas signifikansi sehingga tidak terdapat autokorelasi pada residual. Hal tersebut menunjukkan bahwa residual memenuhi asumsi independen.

#### 4.12.3 Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah residual mengikuti distribusi normal atau tidak sehingga dapat diketahui apakah residual memenuhi asumsi berdistribusi normal atau tidak. Berikut merupakan hasil uji normalitas,



**Gambar 4.7** Uji Normalitas

Berdasarkan gambar 4.7 nilai  $P\text{-value} > 0,150$  yang berarti lebih dari  $\alpha(0,05)$  sehingga menjadikan kesimpulan

gagal tolak  $H_0$ . Hal tersebut menjadikan residual memenuhi asumsi mengikuti distribusi normal.

#### 4.13 Interpretasi Model

Model terbaik regresi nonparametrik spline truncated pada kasus tingkat pengangguran terbuka di Provinsi Aceh tahun 2015 merupakan model 3 knot dengan nilai GCV 5,746335600. Nilai Koefisien determinasi dari model tersebut sebesar 92,96 yang berarti variabel tingkat pengangguran terbuka di Provinsi Aceh tahun 2015 dapat dijelaskan oleh ketiga variabel prediktor sebesar 92,96 persen dan sisanya sebesar 7,04 persen dijelaskan oleh variabel yang tidak terdapat pada model. Berikut adalah model terbaik yang terpilih setelah memasukan masing-masing nilai parameter dan knot.

$$\begin{aligned}\hat{y} = & 1172,272 - 10,347x_1 + 11,443(x_1 - 56,89)_+ - \\ & 20,171(x_1 - 69,25)_+ + 19,127(x_1 - 69,87)_+ - 9,730x_3 + \\ & 10,806(x_3 - 38,50)_+ - 7,972(x_3 - 53,79)_+ + \\ & 7,483(x_3 - 54,55)_+ - 28,150x_4 + 31,449(x_4 - 8,30)_+ - \\ & 6,117(x_4 - 14,11)_+ + 1,847(x_4 - 14,40)_+\end{aligned}$$

Model tersebut dapat diinterpretasi sebagai berikut

1. Hubungan antara TPAK ( $x_1$ ) dengan tingkat pengangguran terbuka ( $y$ ) dengan asumsi variabel lain dianggap tetap atau konstan adalah sebagai berikut;

$$\begin{aligned}\hat{y} = & -10,347x_1 + 11,443(x_1 - 56,89)_+ - \\ & 20,171(x_1 - 69,25)_+ + 19,127(x_1 - 69,87)_+\end{aligned}$$



$$= \begin{cases} -10,347x_1 & x_1 < 56,89 \\ -650,992 + 1,096x_1 & 56,89 \leq x_1 < 69,25 \\ 745,850 - 19,075x_1 & 69,25 \leq x_1 < 69,87 \\ -590,553 + 0,052x_1 & x_1 \geq 69,87 \end{cases}$$

Berdasarkan model tersebut dapat diketahui bahwa untuk kabupaten/kota dengan nilai tingkat partisipasi angkatan kerja kurang dari 56,89 persen maka tiap kenaikan 1 satuan tingkat partisipasi angkatan kerja mengakibatkan penurunan tingkat pengangguran terbuka sebesar 10,347 persen. Kabupaten/kota yang termasuk pada segmen ini adalah Kabupaten Aceh Utara.

Kabupaten/kota dengan nilai tingkat partisipasi angkatan kerja diantara 56,89 persen hingga 69,25 persen maka tiap kenaikan 1 satuan tingkat partisipasi angkatan kerja mengakibatkan kenaikan tingkat pengangguran terbuka sebesar 1,096 persen. Kabupaten/kota yang termasuk pada segmen ini adalah Kabupaten Simeulue, Kabupaten Aceh Selatan, Kota Lhokseumawe, Kabupaten Nagan Raya, Kota Banda Aceh, Kabupaten Aceh Besar, Kabupaten Aceh Barat Daya, Kabupaten Bireuen, Kabupaten Aceh Timur, Kota Langsa, Kabupaten Aceh Tamiang, Kabupaten Pidie Jaya, Kabupaten Aceh Barat, Kabupaten Aceh Singkil, Kabupaten Pidie, dan Kota Subulussalam.

Kabupaten/kota dengan nilai tingkat partisipasi angkatan kerja diantara 69,25 persen hingga 69,87 persen maka tiap kenaikan 1 satuan tingkat partisipasi angkatan kerja mengakibatkan penurunan tingkat pengangguran terbuka sebesar 19,075 persen. Tidak terdapat kabupaten/kota yang termasuk pada segmen ini.

Kabupaten/kota dengan nilai tingkat partisipasi angkatan kerja lebih dari 69,87 persen maka tiap kenaikan 1 satuan tingkat partisipasi angkatan kerja

mengakibatkan kenaikan tingkat pengangguran terbuka sebesar 0,052 persen. Kabupaten/kota yang termasuk pada segmen ini adalah Kabupaten Aceh Tenggara, Kabupaten Aceh Jaya, Kota Sabang, Kabupaten Aceh Tengah, Kabupaten Gayo Lues, dan Kabupaten Bener Meriah.

2. Hubungan antara *dependency ratio* ( $x_3$ ) dengan tingkat pengangguran terbuka ( $y$ ) dengan asumsi variabel lain dianggap tetap atau konstan adalah sebagai berikut;

$$\hat{y} = -9,730x_3 + 10,806(x_3 - 38,50)_+ - 7,972(x_3 - 53,79)_+ + 7,483(x_3 - 54,55)_+$$

$$= \begin{cases} -9,730x_3 & x_3 < 38,50 \\ -416,031 + 1,76x_3 & 38,50 \leq x_3 < 53,79 \\ 12,783 - 6,212x_3 & 53,79 \leq x_3 < 54,55 \\ -395,415 + 1,271x_3 & x_3 \geq 54,55 \end{cases}$$

Berdasarkan model tersebut dapat diketahui bahwa untuk kabupaten/kota dengan *dependency ratio* kurang dari 38,50 persen maka tiap kenaikan 1 satuan tingkat partisipasi angkatan kerja mengakibatkan penurunan tingkat pengangguran terbuka sebesar 9,73 persen. Kabupaten/kota yang termasuk pada segmen ini adalah Kabupaten Pidie Jaya.

Kabupaten/kota dengan nilai *dependency ratio* diantara 38,50 persen hingga 53,79 persen maka tiap kenaikan 1 satuan tingkat partisipasi angkatan kerja mengakibatkan kenaikan tingkat pengangguran terbuka sebesar 1,76 persen. Kabupaten/kota yang termasuk pada segmen ini adalah Kabupaten Aceh Tengah, Kabupaten Nagan Raya, Kabupaten Aceh Tamiang, Kabupaten Aceh Barat, Kota Sabang, Kota Langsa, Kabupaten Pidie, Kabupaten Aceh Utara, dan Kota Banda Aceh

Kabupaten/kota dengan nilai *dependency ratio* diantara 53,79 persen hingga 54,55 persen maka tiap kenaikan 1 satuan tingkat partisipasi angkatan kerja mengakibatkan penurunan tingkat pengangguran terbuka sebesar 6,212 persen. Kabupaten/kota yang termasuk pada segmen ini adalah Kabupaten Aceh Singkil.

Kabupaten/kota dengan nilai tingkat *dependency ratio* lebih dari 54,55 persen maka tiap kenaikan 1 satuan tingkat partisipasi angkatan kerja mengakibatkan kenaikan tingkat pengangguran terbuka sebesar 1,271 persen. Kabupaten/kota yang termasuk pada segmen ini adalah Kota Subulussalam, Kabupaten Aceh Besar, Kabupaten Aceh Jaya, Kabupaten Aceh Timur, Kabupaten Bener Meriah, Kabupaten Bireuen, Kabupaten Gayo Lues, Kabupaten Aceh Barat Daya, Kabupaten Aceh Tenggara, Kabupaten Aceh Selatan, Kabupaten Simeulue, dan Kota Lhokseumawe.

3. Hubungan antara presentase penduduk miskin ( $x_4$ ) dengan tingkat pengangguran terbuka ( $y$ ) dengan asumsi variabel lain dianggap tetap atau konstan adalah sebagai berikut;

$$\begin{aligned} \hat{y} &= -28,150x_4 + 31,449(x_4 - 8,30)_+ - \\ &\quad 6,117(x_4 - 14,11)_+ + 1,847(x_4 - 14,40)_+ \\ &= \begin{cases} -28,150x_4 & x_4 < 8,30 \\ -261,442 + 3,299x_4 & 8,30 \leq x_4 < 14,11 \\ -175,131 - 2,818x_4 & 14,11 \leq x_4 < 14,40 \\ -201,728 - 0,971x_4 & x_4 \geq 14,40 \end{cases} \end{aligned}$$

Berdasarkan model tersebut dapat diketahui bahwa untuk kabupaten/kota dengan presentase penduduk miskin kurang dari 8,30 persen maka tiap kenaikan 1 satuan presentase penduduk miskin mengakibatkan penurunan tingkat pengangguran terbuka sebesar 28,150

persen. Kabupaten/kota yang termasuk pada segmen ini adalah Kota Banda Aceh.

Kabupaten/kota dengan nilai presentase penduduk miskin diantara 8,30 persen hingga 14,11 persen maka tiap kenaikan 1 satuan presentase penduduk miskin mengakibatkan kenaikan tingkat pengangguran terbuka sebesar 3,299 persen. Kabupaten/kota yang termasuk pada segmen ini adalah Kota Langsa, Kota Lhokseumawe, dan Kabupaten Aceh Selatan.

Kabupaten/kota dengan nilai presentase penduduk miskin diantara 14,11 persen hingga 14,40 persen maka tiap kenaikan 1 satuan presentase penduduk miskin mengakibatkan penurunan tingkat pengangguran terbuka sebesar 2,818 persen. Tidak ada kabupaten/kota yang termasuk pada segmen ini.

Kabupaten/kota dengan nilai presentase penduduk miskin lebih dari 14,40 persen maka tiap kenaikan 1 satuan presentase penduduk miskin mengakibatkan penurunan tingkat pengangguran terbuka sebesar 0,971 persen. Kabupaten/kota yang termasuk pada segmen ini adalah Kabupaten Aceh Tamiang, Kabupaten Aceh Tenggara, Kabupaten Aceh Timur, Kabupaten Aceh Besar, Kabupaten Aceh Jaya, Kabupaten Bireuen, Kabupaten Aceh Tengah, Kota Sabang, Kabupaten Aceh Barat Daya, Kabupaten Aceh Utara, Kabupaten Nagan Raya, Kota Subulussalam, Kabupaten Simeulue, Kabupaten Pidie, Kabupaten Pidie Jaya, Kabupaten Aceh Barat, Kabupaten Bener Meriah, Kabupaten Aceh Singkil, dan Kabupaten Gayo Lues.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian tentang tingkat pengangguran terbuka di Provinsi Aceh tahun 2015 adalah sebagai berikut.

1. Kabupaten/kota yang memiliki tingkat pengangguran terbuka terendah di Provinsi Aceh tahun 2015 merupakan Kabupaten Bener Meriah yaitu sebesar 1,04 persen. Sedangkan kabupaten/kota yang memiliki tingkat pengangguran terbuka tertinggi merupakan Kabupaten Aceh Utara yaitu sebesar 17,05 persen. Rata-rata tingkat pengangguran terbuka di Provinsi Aceh tahun 2015 sebesar 8,737.
2. Model regresi spline truncated yang memiliki nilai GCV terendah yaitu 5,799391733 terdapat pada model 3 knot dengan model persamaan
 
$$\hat{y} = 1172,272 - 10,347x_1 + 11,443(x_1 - 56,89)_+ - 20,171(x_1 - 69,25)_+ + 19,127(x_1 - 69,87)_+ - 9,730x_3 + 10,806(x_3 - 38,50)_+ - 7,972(x_3 - 53,79)_+ + 7,483(x_3 - 54,55)_+ - 28,150x_4 + 31,449(x_4 - 8,30)_+ - 6,117(x_4 - 14,11)_+ + 1,847(x_4 - 14,40)_+$$

Terdapat tiga variabel yang berpengaruh signifikan terhadap tingkat pengangguran terbuka di Provinsi Aceh tahun 2015 yaitu tingkat partisipasi angkatan kerja, *dependency ratio*, dan presentase penduduk miskin. Sedangkan variabel laju pertumbuhan penduduk tidak berpengaruh signifikan terhadap tingkat pengangguran terbuka di Provinsi Aceh tahun 2015.

## 5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan penulis dari penelitian tingkat pengangguran terbuka di Provinsi Aceh tahun 2015 adalah sebagai berikut.

1. Pemerintah Provinsi Aceh baiknya menekan tingkat pengangguran terbuka dengan upaya peningkatan partisipasi angkatan kerja serta menekan *dependency ratio* dan presentase penduduk miskin karena faktor tersebut berpengaruh secara signifikan.
2. Pada penelitian selanjutnya dapat menggunakan indikator ekonomi dan pendidikan serta dapat pula menambahkan jumlah knot yang digunakan dalam memodelkan regresi nonparametrik spline truncated

## DAFTAR PUSTAKA

- Ajie, S. W. (2011). *Analisis pengaruh Tingkat Pengangguran Terbuka terhadap Kemiskinan di Jawa Timur*. Laporan Tugas Akhir Universitas Brawijaya Malang.
- Astuti, W. I. (2017). Analisis Faktor yang Berpengaruh Terhadap Tingkat Pengangguran Terbuka di Provinsi Jawa Timur Menggunakan Regresi Data Panel. *JURNAL SAINS DAN SENI ITS Vol. 6*.
- BPS Aceh. (2015). *Aceh dalam Angka 2015*. BPS Provinsi Aceh.
- BPS Aceh. (2015). *Indikator Tenaga Kerja Provinsi Aceh Agustus 2015*. BPS Provinsi Aceh.
- BPS Aceh. (2015). *Keadaan Angkatan Kerja Provinsi Aceh Agustus 2015*. BPS Provinsi Aceh.
- BPS Aceh. (2015). *Perkembangan Indikator Sosial Ekonomi Provinsi Aceh Tahun 2015*. BPS Provinsi Aceh.
- BPS Aceh. (2015). *Statistik Daerah Provinsi Aceh 2015*. BPS Provinsi Aceh.
- BPS Aceh. (2015). *Statistik Pendidikan Provinsi Aceh*. BPS Provinsi Aceh.
- BPS Aceh. (2016). *Produk Domestik Regional Bruto Provinsi Aceh Menurut Pengeluaran 2012-2016*. BPS Provinsi Aceh.
- Budiantara, I. N. (2000). *Metode U, GLM, CV, dan GCV dalam Regresi Non-Parametrik Spline*. Majalah Ilmiah Himpunan Matematika Indonesia (MIHMI), 6, 41-45.
- Budiantara, I. N. (2009). *Spline dalam Regresi Nonparametrik dan Semiparametrik: Sebuah Pemodelan Statistika Masa Kini dan Masa Mendatang*. Surabaya: ITS Press.
- Draper, N.R. dan Smith, H. 1992. Analisis Regresi Terapan, Edisi Kedua Jakarta : PT Gramedia Pustaka Utama.
- Greene, W. (2002). *Econometrics Analysis ,4th Edition*. Prentice Hall.inc,289-302.



- Gujarati, D. (2004). *Basic Econometrics*. New York: Mc Gwra Hill, Inc, 640-645.
- Gujarati, D. (2007). *Dasar-Dasar Ekonometrika*. Alih Bahasa: Raden Carlos Mangunsong Jakarta: Salemba Empat, 351.
- Mantra, I. B. (2013). *Demografi umum*. Yogyakarta: Pustaka Belajar.
- Putri, T. S. (2017). Analisis Pengaruh Inflasi, Investasi, Upah Minimum Dan Pertumbuhan Ekonomi Terhadap Pengangguran di Ekskarisidenan Surakarta Periode Tahun 2010-2014.
- Rohman, M. A., Balafif, M. M., & Wahyuni, S. T. (2015). Pengaruh Pdrb, Inflasi Dan Umr Terhadap Pengangguran Terbuka Di Jawa Timur Tahun 1994–2013.
- Sari, R. K. (2012). Permodelan Pengangguran Terbuka di Jawa Timur dengan Menggunakan Pendekatan Regresi Spline Multivariabel . *Jurnal Sains dan Seni ITS Vol 1*.
- Setiawan, & Kusri, D. E. (2010). *Ekonometrika*. Yogyakarta: ANDI.
- Walpole, R. E. (1995). *Pengantar Statistika Edisi ke-3 Alih Bahasa Bambang Sumantri*. Jakarta: PT Gramdia Pustaka Utama.
- Widarjono, A. (2013). *Ekonometrika Teori dan Aplikasi Untuk Ekonomi dan Bisnis*. Yogyakarta: Ekonosia FE UII.

Wijayanti, N. N., & Karmini, N. L. (2014). Pengaruh Tingkat Inflasi, Laju Pertumbuhan Ekonomi. *E-JURNAL EKONOMI PEMBANGUNAN UNIVERSITAS UDAYANA Vol. 3*.

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*

## LAMPIRAN

**Lampiran 1. Data Penelitian**

Kabupaten/Kota	Y	X1	X2	X3	X4
ACEH UTARA	8,51	57,81	1,73	68,91	20,43
ACEH TAMIANG	7,03	63,83	2,1	54,31	21,72
ACEH TIMUR	10,01	58,63	1,78	63,2	13,24
LHOKSEUMAWÉ	9,97	71,03	1,92	61,24	14,91
BANDA ACEH	13,89	63,14	2,04	56,44	15,85
ACEH BARAT DAYA	3,13	74,58	2,02	47,92	17,51
BIREUEN	6,77	63,67	1,86	51,27	21,46
PIDIE	6,81	61,9	2,07	55,92	15,93
ACEH SELATAN	10,25	64,34	2,02	52,23	21,18
ACEH TENGGARA	11,02	62,38	2,81	56,99	16,94
PIDIE JAYA	17,05	55,65	1,91	52,65	19,2
LANGSA	11,66	62,26	1,85	59,84	18,25
SIMEULUE	2,24	79,09	1,88	57,03	21,95
SUBULUSSALAM	14,03	63,44	2,24	51,22	14,57
SABANG	3,97	59,51	1,78	50,61	20,13
ACEH SINGKIL	4,91	71,04	0,3	56,32	15,93
ACEH BESAR	1,04	85,94	2,09	56,69	21,55
ACEH BARAT	9,18	63,64	2,15	36,98	21,4
ACEH JAYA	12	61,05	0,32	53,12	7,72
NAGAN RAYA	7,62	71,42	1,45	51,98	17,69
ACEH TENGAH	8,55	63,43	1,89	52,14	11,62
GAYO LUES	13,06	59,38	2,11	74,42	12,16
BENER MERIAH	8,24	65,9	2,01	54,7	20,39

**Lampiran 2.** Program GCV Knot 1

```

GCV1=function(para)
{
data=read.table("d://DataTA.txt",header=FALSE)
data=as.matrix(data)
p=length(data[,1])
q=length(data[1,])
m=ncol(data)-para-1
dataA=data[, (para+2):q]
F=matrix(0,nrow=p,ncol=p)
diag(F)=1
nk= length(seq(min(data[,2]),max(data[,2]),length.out=50))
knot1=matrix(ncol=m,nrow=nk)
for (i in (1:m))
{
for (j in (1:nk))
{
a=seq(min(dataA[,i]),max(dataA[,i]),length.out=50)
knot1[j,i]=a[j]
}
}
a1=length(knot1[,1])
knot1=knot1[2:(a1-1),]
aa=rep(1,p)
data1=matrix(ncol=m,nrow=p)
data2=data[,2:q]
a2=nrow(knot1)
GCV=rep(NA,a2)
Rsqr=rep(NA,a2)
for (i in 1:a2)
{
for (j in 1:m)

```

**Lampiran 2.** Program GCV Knot 1 (Lanjutan)

```

{
for (k in 1:p)
{
if      (data[k,(j+para+1)]<knot1[i,j])      data1[k,j]=0      else
data1[k,j]=data[k,(j+para+1)]-knot1[i,j]
}
}
mx=cbind(aa,data2,data1)
mx=as.matrix(mx)
C=pinv(t(mx)%*%mx)
B=C%*%(t(mx)%*%data[,1])
yhat=mx%*%B
SSE=0
SSR=0
for (r in (1:p))
{
sum=(data[r,1]-yhat[r,])^2
sum1=(yhat[r,]-mean(data[,1]))^2
SSE=SSE+sum
SSR=SSR+sum1
}
Rsqr[i]=(SSR/(SSE+SSR))*100
MSE=SSE/p
A=mx%*%C%*%t(mx)
A1=(F-A)
A2=(sum(diag(A1))/p)^2
GCV[i]=MSE/A2
}
GCV=as.matrix(GCV)
Rsqr=as.matrix(Rsqr)
cat("=====", "\n")
cat("Nilai Knot dengan Spline linear 1 knot", "\n")

```

## Lampiran 2. Program GCV Knot 1 (Lanjutan)

```

cat("=====", "\n")
print (knot1)
cat("=====", "\n")
cat("Rsquared dengan Spline linear 1 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
print (Rsquared)
cat("=====", "\n")
cat("HASIL GCV dengan Spline linear 1 knot", "\n")
cat("=====", "\n")

print (GCV)
s1=min(GCV)
print(max(Rsquared))
cat("=====", "\n")
cat("HASIL GCV terkecil dengan Spline linear 1 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
cat(" GCV =", s1, "\n")
write.csv(GCV, file="d://RTA//validasi_GCV16.csv")
write.csv(Rsquared, file="d://RTA//validasi_Rsquared16.csv")
write.csv(knot1, file="d://RTA//validasi_knot16.csv")
}

```

### Lampiran 3. Program GCV Knot 2

```

GCV2=function(para)
{
  data=read.table("d://DataTA.txt", header=FALSE)
  data=as.matrix(data)
  p=length(data[,1])
  q=length(data[1,])
  m=ncol(data)-1
  F=matrix(0,nrow=p,ncol=p)
  diag(F)=1
  nk= length(seq(min(data[,2]),max(data[,2]),length.out=50))
  knot=matrix(ncol=m,nrow=nk)
  for (i in (1:m))
  {
    for (j in (1:nk))
    {
      a=seq(min(data[, (i+1)]),max(data[, (i+1)]),length.out=50)
      knot[j,i]=a[j]
    }
  }
  z=(nk*(nk-1)/2)
  knot2=cbind(rep(NA,(z+1)))
  for (i in (1:m))
  {
    knot1=rbind(rep(NA,2))
    for ( j in 1:(nk-1))
    {
      for (k in (j+1):nk)
      {
        xx=cbind(knot[j,i],knot[k,i])
        knot1=rbind(knot1,xx)
      }
    }
    knot2=cbind(knot2,knot1)
  }
}

```



**Lampiran 3. Program GCV Knot 2 (Lanjutan)**

```

}
knot2=knot2[2:(z+1),2:(2*m+1)]
aa=rep(1,p)
data2=matrix(ncol=(2*m),nrow=p)
data1=data[,2:q]
a1=length(knot2[,1])
GCV=rep(NA,a1)
Rsq=rep(NA,a1)
for (i in 1:a1)
{
  for (j in 1:(2*m))
  {
    if (mod(j,2)==1) b=floor(j/2)+1 else b=j/2
    for (k in 1:p)
    {
      if (data1[k,b]<knot2[i,j]) data2[k,j]=0 else data2[k,j]=data1[k,b]-
      knot2[i,j]
    }
  }
  mx=cbind(aa,data1,data2)
  mx=as.matrix(mx)
  C=pinv(t(mx)%*%mx)
  B=C%*%(t(mx)%*%data[,1])
  yhat=mx%*%B
  SSE=0
  SSR=0
  for (r in (1:p))
  {
    sum=(data[r,1]-yhat[r,])^2
    sum1=(yhat[r,]-mean(data[,1]))^2
    SSE=SSE+sum
    SSR=SSR+sum1
  }
  Rsq[i]=(SSR/(SSE+SSR))*100

```

**Lampiran 3. Program GCV Knot 2 (Lanjutan)**

```

MSE=SSE/p
A=mx%*%C%*%t(mx)
A1=(F-A)
A2=(sum(diag(A1))/p)^2
GCV[i]=MSE/A2
}
GCV=as.matrix(GCV)
Rsqr=as.matrix(Rsq)
cat("=====
=====","\n")
cat("Nilai Knot dengan Spline linear 2 knot","\n")
cat("=====
=====","\n")
print (knot2)
cat("=====
=====","\n")
cat("Rsqr dengan Spline linear 2 knot","\n")
cat("=====
=====","\n")
print (Rsqr)
cat("=====
=====","\n")
cat("HASIL GCV dengan Spline linear 2 knot","\n")
cat("=====
=====","\n")
print (GCV)
s1=min(GCV)
cat("=====
=====","\n")
cat("HASIL GCV terkecil dengan Spline linear 2 knot","\n")
cat("=====
=====","\n")
cat(" GCV =",s1,"\n")
write.csv(GCV,file="d://RTA//validasi_GCV26.csv")

```

**Lampiran 3.** Program GCV Knot 2 (Lanjutan)

```
write.csv(Rsq,file="d://RTA//validasi_Rsq26.csv")
write.csv(knot2,file="d://RTA//validasi_knot26.csv")
}
```

**Lampiran 4.** Program GCV Knot 3

```
GCV3=function(para)
{
data=read.table("d://DataTA.txt",header=FALSE)
data=as.matrix(data)
p=length(data[,1])
q=length(data[1,])
m=ncol(data)-para-1
F=matrix(0,nrow=p,ncol=p)
dataA=data[, (para+2):q]
diag(F)=1
nk= length(seq(min(data[,2]),max(data[,2]),length.out=50))
knot=matrix(ncol=m,nrow=nk)
for (i in (1:m))
{
for (j in (1:nk))
{
a=seq(min(dataA[,i]),max(dataA[,i]),length.out=50)
knot[j,i]=a[j]
}
}
knot=knot[2:(nk-1),]
a2=nrow(knot)
z=(a2*(a2-1)*(a2-2))/6)
knot1=cbind(rep(NA,(z+1)))
for (i in (1:m))
{
knot2=rbind(rep(NA,3))
for ( j in 1:(a2-2))
{
```

**Lampiran 4. Program GCV Knot 3 (Lanjutan)**

```

for (k in (j+1):(a2-1))
{
for (g in (k+1):a2)
{
xx=cbind(knot[j,i],knot[k,i],knot[g,i])
knot2=rbind(knot2,xx)
}
}
}
knot1=cbind(knot1,knot2)
}
knot1=knot1[2:(z+1),2:(3*m+1)]
aa=rep(1,p)
data1=matrix(ncol=(3*m),nrow=p)
data2=data[, (para+2):q]
a1=length(knot1[,1])
GCV=rep(NA,a1)
Rsqr=rep(NA,a1)
for (i in 1:a1)
{
for (j in 1:ncol(knot1))
{
b=ceiling(j/3)
for (k in 1:p)
{
if (data2[k,b]<knot1[i,j]) data1[k,j]=0 else data1[k,j]=data2[k,b]-
knot1[i,j]
}
}
}
mx=cbind(aa,data[,2:q],data1)
mx=as.matrix(mx)
C=pinv(t(mx)%*%mx)
B=C%*%(t(mx)%*%data[,1])
yhat=mx%*%B

```

**Lampiran 4.** Program GCV Knot 3 (Lanjutan)

```

SSE=0
SSR=0
for (r in (1:p))
{
sum=(data[r,1]-yhat[r,])^2
sum1=(yhat[r,]-mean(data[,1]))^2
SSE=SSE+sum
SSR=SSR+sum1
}
Rsqr[i]=(SSR/(SSE+SSR))*100
MSE=SSE/p
A=mx%*%C%*%t(mx)
A1=(F-A)
A2=(sum(diag(A1))/p)^2
GCV[i]=MSE/A2
}
GCV=as.matrix(GCV)
Rsqr=as.matrix(Rsqr)
cat("=====", "\n")
cat("Nilai Knot dengan Spline linear 3 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
print (knot1)
cat("=====", "\n")
cat("Rsqr dengan Spline linear 3 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
print (Rsqr)
r=max(Rsqr)
print (r)
cat("=====", "\n")
cat("HASIL GCV dengan Spline linear 3 knot", "\n")
cat("=====", "\n")
print (GCV)
s1=min(GCV)
cat("=====", "\n")

```

#### Lampiran 4. Program GCV Knot 3 (Lanjutan)

```
cat("HASIL GCV terkecil dengan Spline linear 3 knot","\n")
cat("=====", "\n")
cat(" GCV =", s1, "\n")
write.csv(GCV, file="d://RTA//validasi_GCV36.csv")
write.csv(Rsq, file="d://RTA//validasi_Rsq36.csv")
write.csv(knot1, file="d://RTA//validasi_knot36.csv")
}
```

#### Lampiran 5. Program GCV Kombinasi Knot

```
GCVkom=function(para)
{
  data=read.table("d://DataTA.txt",header=FALSE)
  data=as.matrix(data)
  p1=length(data[,1])
  q1=length(data[1,])
  v=para+2
  F=matrix(0,nrow=p1,ncol=p1)
  diag(F)=1
  x1=read.table("d://RTA/x1.txt")
  x2=read.table("d://RTA/x2.txt")
  x3=read.table("d://RTA/x3.txt")
  x4=read.table("d://RTA/x4.txt")
  n2=nrow(x1)
  a=matrix(nrow=4,ncol=3^4)
  m=0
  for (i in 1:3)
  for (j in 1:3)
  for (k in 1:3)
  for (l in 1:3)
  {
    m=m+1
    a[,m]=c(i,j,k,l)
  }
  a=t(a)
```

**Lampiran 5.** Program GCV Kombinasi Knot (Lanjutan)

```

GCV=matrix(nrow=nrow(x1),ncol=3^4)
for (i in 1:3^4)
{
for (h in 1:nrow(x1))
{
if (a[i,1]==1)
{
gab=as.matrix(x1[,1])
gen=as.matrix(data[,v])
aa=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=1)
for (j in 1:1)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) aa[w,j]=0 else aa[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
else
if (a[i,1]==2)
{
gab=as.matrix(x1[,2:3])
gen=as.matrix(cbind(data[,v],data[,v]))
aa=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=2)
for (j in 1:2)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) aa[w,j]=0 else aa[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
else
{
gab=as.matrix(x1[,4:6])
gen=as.matrix(cbind(data[,v],data[,v],data[,v]))
aa=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=3)
for (j in 1:3)

```

**Lampiran 5.** Program GCV Kombinasi Knot (Lanjutan)

```

for (w in 1:nrow(data))
{
  if (gen[w,j]<gab[h,j]) aa[w,j]=0 else aa[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
if (a[i,2]==1)
{
  gab=as.matrix(x2[,1] )
  gen=as.matrix(data[, (v+1)])
  bb=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=1)
  for (j in 1:1)
  for (w in 1:nrow(data))
  {
    if (gen[w,j]<gab[h,j]) bb[w,j]=0 else bb[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
  }
}
else
if (a[i,2]==2)
{
  gab=as.matrix(x2[,2:3] )
  gen=as.matrix(cbind(data[, (v+1)],data[, (v+1)]))
  bb=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=2)
  for (j in 1:2)
  for (w in 1:nrow(data))
  {
    if (gen[w,j]<gab[h,j]) bb[w,j]=0 else bb[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
  }
}
else
{
  gab=as.matrix(x2[,4:6])
  gen=as.matrix(cbind(data[, (v+1)],data[, (v+1)],data[, (v+1)]))
  bb=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=3)
  for (j in 1:3)

```



**Lampiran 5.** Program GCV Kombinasi Knot (Lanjutan)

```

for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) bb[w,j]=0 else bb[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
if (a[i,3]==1)
{
gab=as.matrix(x3[,1] )
gen=as.matrix(data[, (v+2)])
cc=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=1)
for (j in 1:1)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) cc[w,j]=0 else cc[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
else
if (a[i,3]==2)
{
gab=as.matrix(x3[,2:3] )
gen=as.matrix(cbind(data[, (v+2)],data[, (v+2)]))
cc=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=2)
for (j in 1:2)
for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) cc[w,j]=0 else cc[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
else
{
gab=as.matrix(x3[,4:6])
gen=as.matrix(cbind(data[, (v+2)],data[, (v+2)],data[, (v+2)]))
cc=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=3)
for (j in 1:3)

```

**Lampiran 5.** Program GCV Kombinasi Knot (Lanjutan)

```

for (w in 1:nrow(data))
{
  if (gen[w,j]<gab[h,j]) cc[w,j]=0 else cc[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
if (a[i,4]==1)
{
  gab=as.matrix(x4[,1] )
  gen=as.matrix(data[, (v+3)])
  dd=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=1)
  for (j in 1:1)
  for (w in 1:nrow(data))
  {
    if (gen[w,j]<gab[h,j]) dd[w,j]=0 else dd[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
  }
}
else
if (a[i,4]==2)
{
  gab=as.matrix(x4[,2:3] )
  gen=as.matrix(cbind(data[, (v+3)],data[, (v+3)]))
  dd=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=2)
  for (j in 1:2)
  for (w in 1:nrow(data))
  {
    if (gen[w,j]<gab[h,j]) dd[w,j]=0 else dd[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
  }
}
else
{
  gab=as.matrix(x4[,4:6])
  gen=as.matrix(cbind(data[, (v+3)],data[, (v+3)],data[, (v+3)]))
  dd=matrix(nrow=nrow(x1)*nrow(data),ncol=3)
  for (j in 1:3)

```

**Lampiran 5.** Program GCV Kombinasi Knot (Lanjutan)

```

for (w in 1:nrow(data))
{
if (gen[w,j]<gab[h,j]) dd[w,j]=0 else dd[w,j]=gen[w,j]-gab[h,j]
}
}
ma=as.matrix(cbind(aa,bb,cc,dd))
mx=cbind(rep(1,nrow(data)),data[,2:q1],na.omit(ma))
mx=as.matrix(mx)
C=pinv(t(mx)%*%mx)
B=C%*%(t(mx)%*%data[,1])
yhat=mx%*%B
SSE=0
SSR=0
for (r in 1:nrow(data))
{
sum=(data[r,1]-yhat[r,])^2
sum1=(yhat[r,]-mean(data[,1]))^2
SSE=SSE+sum
SSR=SSR+sum1
}
Rsqr=(SSR/(SSE+SSR))*100
MSE=SSE/p1
A=mx%*%C%*%t(mx)
A1=(F-A)
A2=(sum(diag(A1))/p1)^2
GCV[h,i]=MSE/A2
}

if (a[i,1]==1) sp=x1[,1] else
if (a[i,1]==2) sp=x1[,2:3] else
sp=x1[,4:6]
if (a[i,2]==1) spl=x2[,1] else
if (a[i,2]==2) spl=x2[,2:3] else
spl=x2[,4:6]

```

**Lampiran 5.** Program GCV Kombinasi Knot (Lanjutan)

```

if (a[i,3]==1) splin=x3[,1] else
if (a[i,3]==2) splin=x3[,2:3] else
splin=x3[,4:6]
if (a[i,4]==1) spline=x4[,1] else
if (a[i,4]==2) spline=x4[,2:3] else
spline=x4[,4:6]
kkk=cbind(sp,spl,splin,spline)
cat("=====","\n")
print(i)
print(kkk)
print(Rsq)
}
write.csv(GCV,file="d:/RTA/output GCV kombinasi.csv")
write.csv(Rsq,file="d:/RTA/output Rsq kombinasi.csv")
}
GCVkom(0)

```

**Lampiran 6.** Program Uji Parameter

```

uji=function(alpha,para)
{
data=read.table("d://DataTA.txt",header=FALSE)
knot=read.table("d://RTA/knot.txt",header=FALSE)
data=as.matrix(data)
knot=as.matrix(knot)
ybar=mean(data[,1])
m=para+2
p=nrow(data)
q=ncol(data)
dataA=cbind(data[,m],data[,m],data[,m],data[,m+1],data[,m+2],d
ata[,m+2],data[,m+2],data[,m+3],data[,m+3])
dataA=as.matrix(dataA)
satu=rep(1,p)
n1=ncol(knot)

```

**Lampiran 6.** Program Uji Parameter (Lanjutan)

```

data.knot=matrix(ncol=n1,nrow=p)
for (i in 1:n1)
{
    for(j in 1:p)
    {
        if (dataA[j,i]<knot[1,i]) data.knot[j,i]=0 else
data.knot[j,i]=dataA[j,i]-knot[1,i]
    }
}
mx=cbind(satu,
data[,2],data.knot[,1:3],data[,3],data.knot[,4],data[,4],data.knot[,5:
7],data[,5],data.knot[,8:9])
mx=as.matrix(mx)
B=(pinv(t(mx)%*%mx))%*%t(mx)%*%data[,1]
cat("=====", "\n")
cat("Estimasi Parameter", "\n")
cat("=====", "\n")
print (B)
n1=nrow(B)
yhat=mx%*%B
res=data[,1]-yhat
SSE=sum((data[,1]-yhat)^2)
SSR=sum((yhat-ybar)^2)
SST=SSR+SSE
MSE=SSE/(p-n1)
MSR=SSR/(n1-1)
Rsqr=(SSR/(SSR+SSE))*100

#uji F (uji serentak)
Fhit=MSR/MSE
pvalue=pf(Fhit,(n1-1),(p-n1),lower.tail=FALSE)
if (pvalue<=alpha)
{
cat("-----", "\n")

```

### Lampiran 6. Program Uji Parameter (Lanjutan)

```

cat("Kesimpulan hasil uji serentak","\n")
cat("-----","\n")
cat("Tolak Ho yakni minimal terdapat 1 prediktor yang
signifikan","\n")
cat("","\n")
}
else
{
cat("-----","\n")
cat("Kesimpulan hasil uji serentak","\n")
cat("-----","\n")
cat("Gagal Tolak Ho yakni semua prediktor tidak berpengaruh
signifikan","\n")
cat("","\n")
}

#uji t (uji individu)

thit=rep(NA,n1)
pval=rep(NA,n1)
SE=sqrt(diag(MSE*(pinv(t(mx)%*%mx))))
cat("-----","\n")
cat("Kesimpulan hasil uji individu","\n")
cat("-----","\n")
thit=rep(NA,n1)
pval=rep(NA,n1)
for (i in 1:n1)
{
thit[i]=B[i,1]/SE[i]
pval[i]=2*(pt(abs(thit[i]),(p-n1),lower.tail=FALSE))
if (pval[i]<=alpha) cat("Tolak Ho yakni prediktor signifikan
dengan pvalue",pval[i],"\n") else cat("Gagal tolak Ho yakni
prediktor tidak signifikan dengan pvalue",pval[i],"\n")
}

```

**Lampiran 6.** Program Uji Parameter (Lanjutan)

```

thit=as.matrix(thit)
cat("=====","\n")
cat("nilai t hitung","\n")
cat("=====","\n")
print (thit)
cat("Analysis of Variance","\n")
cat("=====","\n")
      cat("Sumber      df      SS      MS      Fhit","\n")
      cat("Regresi      ",(n1-1)," ",",SSR," ",",MSR,"",",Fhit","\n")
      cat("Error        ",p-n1," ",",SSE,"",",MSE","\n")
      cat("Total        ",p-1," ",",SST","\n")
cat("=====","\n")
      cat("s=",sqrt(MSE),"      Rsq=",Rsq,"\n")
      cat("pvalue(F)=",pvalue,"\n")
write.csv(res,file="d:/RTA/output uji residual.csv")
write.csv(pval,file="d:/RTA/output uji pvalue.csv")
write.csv(mx,file="d:/RTA/output uji mx.csv")
write.csv(yhat,file="d:/RTA/output uji yhat.csv")
write.csv(B,file="d:/RTA/output parameter.csv")
write.csv(thit,file="d:/RTA/output uji t.csv")
}
uji(0.05,0)

```

**Lampiran 7.** Program Uji Glejser

```

glejser=function(alpha,para)
{
data=read.table("d://DataTA.txt",header=FALSE)
knot=read.table("d://RTA/knot.txt",header=FALSE)
res=read.table("d://RTA/residual.txt")
data=as.matrix(data)
knot=as.matrix(knot)
res=abs(res)
res=as.matrix(res)
rbar=mean(res)

```

**Lampiran 7. Program Uji Glejser (Lanjutan)**

```

m=para+2
p=nrow(data)
q=ncol(data)
dataA=cbind(data[,m],data[,m],data[,m],data[,m+1],data[,m+2],d
ata[,m+2],data[,m+2],data[,m+3],data[,m+3])
dataA=as.matrix(dataA)
satu=rep(1,p)
n1=ncol(knot)
data.knot=matrix(ncol=n1,nrow=p)
for (i in 1:n1)
{
for(j in 1:p)
{
if (dataA[j,i]<knot[1,i]) data.knot[j,i]=0 else
data.knot[j,i]=dataA[j,i]-knot[1,i]
}
}
mx=cbind(satu,
data[,2],data.knot[,1:3],data[,3],data.knot[,4],data[,4],data.knot[,5:
7],data[,5],data.knot[,7:8])
mx=as.matrix(mx)
B=(pinv(t(mx)%*%mx))%*%t(mx)%*%res
n1=nrow(B)
yhat=mx%*%B
residual=res-yhat
SSE=sum((res-yhat)^2)
SSR=sum((yhat-rbar)^2)
SST=SSR+SSE
MSE=SSE/(p-n1)
MSR=SSR/(n1-1)
Rsqr=(SSR/SST)*100

#uji F (uji serentak)
Fhit=MSR/MSE

```



### Lampiran 7. Program Uji Glejser (Lanjutan)

```

pvalue=pf(Fhit,(n1-1),(p-n1),lower.tail=FALSE)
if (pvalue<=alpha)
{
  cat("-----","\n")
  cat("Kesimpulan hasil uji serentak","\n")
  cat("-----","\n")
  cat("Tolak Ho yakni minimal terdapat 1 prediktor yang signifikan
atau terjadi heteroskedastisitas","\n")
  cat("", "\n")
}
else
{
  cat("-----","\n")
  cat("Kesimpulan hasil uji serentak","\n")
  cat("-----","\n")
  cat("Gagal Tolak Ho yakni semua prediktor tidak berpengaruh
signifikan atau tidak terjadi heteroskedastisitas","\n")
  cat("", "\n")
}
cat("Analysis of Variance","\n")
cat("=====","\n")
cat("Sumber    df    SS    MS    Fhit","\n")
cat("Regresi    ",(n1-1)," ",SSR," ",MSR,"",Fhit,"\n")
cat("Error      ",p-n1," ",SSE,"",MSE,"\n")
cat("Total      ",p-1," ",SST,"\n")
cat("=====","\n")
cat("s=",sqrt(MSE),"    Rsq=",Rsq,"\n")
cat("pvalue(F)=",pvalue,"\n")
}
glejser(0.05,0)

```

## BIODATA PENULIS



Penulis bernama Anung Faizal Hanani Wijaya, lahir di Tulungagung pada 24 Februari 1996, penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara pasangan Rokani dan Rubiati. Penulis telah menyelesaikan pendidikan terakhir sebagai mahasiswa Statistika Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya angkatan tahun 2013. Penulis pernah

menempuh pendidikan sekolah menengah pertama di SMPN 1 Tulungagung tahun 2008 hingga 2011, dan menempuh sekolah menengah atas di SMAN 1 Boyolangu tahun 2011 hingga 2013. Akhir kata kurang lebihnya mohon maaf, bila ada kesempatan silahkan menghubungi email penulis yang tertera sebagai berikut.  
email:osd.faizal@gmail.com

*(Halaman ini sengaja dikosongkan)*